Digitized by Google

ARTES VERITAS SCIENTIA
LIBRARY OF THE
UNIVERSITY OF MICHIGAN
TUEBOR

UNTERSUCHUNGEN

ÜBER DEN

MAGNETISMUS DER ERDE

VON

CHRISTOPHER HANSTEEN,

PROFESSOR DER ANGEWANDTEN MATHEMATIK AN DER NORWEGISCHEN UNIVERSITÄT.

ÜBERSETZT

VON

P. TRESCHOW HANSON,

KÖNIGL. [illegible] DEPARTEMENTS-[illegible]

UND LANDCADETTEN-[illegible]

ERSTER THEIL.

Die mechanischen Erscheinungen des Magneten.

[illegible] 5 Kupfertafeln und einem Atlasse von 7 Karten.

CHRISTIANIA, GEDRUCKT BEY JACOB LEHMANN UND CHR. GRØNDAHL.

[illegible]

[illegible]

[illegible] Buchhandlung, Christiania beym [illegible]

Digitized by Google

UNTERSUCHUNGEN

ÜBER DEN

MAGNETISMUS DER ERDE

VON

CHRISTOPHER HANSTEEN,
PROFESSOR DER ANGEWANDTEN MATHEMATIK AN DER NORWEGISCHEN UNIVERSITÄT.

ÜBERSETZT

VON

P. TRESCHOW HANSON,
KÖNIGL. NORW. DEPARTEMENTS-VOLLMÄCHTIGTEN UND LANDCADETTEN-LEHRER.

ERSTER THEIL.

Die mechanischen Erscheinungen des Magneten.

Mit 5 Kupfertafeln und einem Atlasse von 7 Karten.

CHRISTIANIA, GEDRUCKT BEY *JACOB LEHMANN* UND *CHR. GRÖNDAHL.*
1819.

Wird verkauft
Kopenhagen in der Gyldendalschen Buchhandlung, Christiania beym Verfasser.

This magnetical virtue was hidden to the Golden and Silver Ages, her Iron sympathie has long been known to the Iron world; but her constant Polar ravishments, and her no less constant inconstancies by Variation, were Mysteries reserved to later Posterities.

PURCHAS *his Pillegrims.*

QC
815
.H255

Digitized by Google

AN

SEINE MAJESTÄT

CARL JOHAN

KÖNIG VON NORWEGEN UND SCHWEDEN.

Sire,

Erst neulich hat die Vorsehung Norwegen in seinem eigenen Schoose eine Universität geschenkt, und dadurch die Söhne des Landes aufgefordert, thätigen Antheil zu nehmen an dem groſsen Geschäfte der Verbreitung der Cultur und der Erweiterung der Wissenschaften. Allein, wie eine zarte Pflanze in einem harten Boden, bedarf diese neue Anstalt einer mehr als gewöhnlichen Wartung. Gegenwärtige Untersuchung an das Licht zu stellen, deren glückliche Beendigung im Verlaufe der Zeit Ergebnisse zu verheissen scheint, gleich wichtig für den praktischen Seemann wie für den theoretischen Naturforscher, war mir bloſs durch Ew. Majestät gnädige und königliche Unterstützung möglich.

Die Theilnahme an den Wissenschaften, welche Ew. Majestät bey dieser und mehreren Gelegenheiten an den Tag gelegt haben, kann unserer Universität nicht anders als erfreulich und erspriefslich seyn. Durch Ew. Majestät kräftiges Mitwirken wird dieselbe bald Festigkeit und Stärke gewinnen, und so werkthätiger der Erreichung ihres grofsen Zieles entgegenstreben können.

Sire,

Ew. Königlichen Majestät

unterthänigster

CHRISTOPHER HANSTEEN.

Vorrede.

Zu Anfange des Jahres 1807 gab ein Zufall den ersten Anlaſs zu gegenwärtiger Untersuchung. Bey Betrachtung des von der kosmographischen Gesellschaft in Upsala ausgefertigten zweyfüſsigen Erdglobus bemerkte ich an dessen Südpole eine länglichte elliptische Figur, als regio polaris magnetica bezeichnet, und auf der Inschrift der Kugel stand angeführt, diese magnetische Polarregion sey von Wilcke in Gemäſsheit der Beobachtungen der Capitaine Cook und Fourneaux entdeckt worden. Der eine Brennpunkt gedachter Ellipse (bezeichnet regio fortior) fällt mit dem späterhin von mir gefundenen stärkern Magnetpole bey Van Diemens Land, ihr anderer aber (regio debilior) mit meinem schwächern am Feuerlande zusammen. Dies däuchte mir eben so merkwürdig als neu. Zwar hatte ich mir die Erde als einen Magneten gedacht, der als solcher auch seine magnetischen Polarregionen haben müſste, daſs aber jemand versucht hätte, die Lage der letztern zu bestimmen, war mir unbekannt; denn Halleys Angaben waren mir immer als die abentheuerlichste Hypothese vorgestellt worden.

Aus Cooks magnetischen Beobachtungen bey Umsegelung des Südpoles ergab sich mir bald die Richtigkeit jener südlichen Polarregion des Wilcke. Nun erwachte der Wunsch, einen Schritt weiter zu thun,

und auch die nördliche magnetische Polarregion ausfündig zu machen. Allein der Nordpol der Erde leidet keine solche Umschiffung wie ihr Südpol; dort sind der zugänglichen Punkte nur wenige, wie bey Grönland, Spitzbergen, der Hudsonsbay, der Behringsstrafse: Orte, welche obwohl besucht, doch von verschiedenen Seefahrern und zu verschiedenen Zeiten besucht worden sind, so dafs die zweckdienlichen Beobachtungen hier an gar verschiedenen Stellen zu suchen sind. Deshalb durchsuchte ich alle Seereisen, die nur die königliche Bibliothek zu Kopenhagen enthält, und andre Werke, welche magnetische Beobachtungen versprachen, und war endlich so glücklich, auf einige Beobachtungen in der Hudsonsbay zu stofsen, mittelst deren die Lage des Nordamerikanischen Magnetpunktes bestimmt wurde. Nun galt es blofs, den andern Brennpunkt der nördlichen Polarregion auszumitteln; denn dafs es einen solchen irgendwo in Sibirien oder im Eismeere nördlich von jenem gäbe, zeigte schon die Analogie der südlichen Kugel, wie auch der Umstand, dafs die Abweichung am weifsen Meere verschwindet, wodurch man zu dem Schlusse verleitet wird, dafs irgendwo gen Osten eine Kraft liegen müsse, welche an diesem Orte die Magnetnadel gegen den Meridian bringt. Das Sibirische Eismeer aber ist unfahrbar, und Sibirien selbst wird nur selten von Gelehrten, noch seltener von Mathematikverständigen bereist; auch geben Gmelin und Pallas keine Ausbeute dieser Art. Endlich stiefs ich nach zweyjährigem vergeblichen Suchen in Bodes astronomischem Jahrbuche für 1809 auf Etatsrath Schuberts Beobachtungen auf einer Reise in Sibirien im Jahre 1805, und etwas später auf ähnliche in den Jahren 1768 und 1769 auf Anlafs des Vorüberganges der Venus vor der Sonne an verschiedenen Orten in Sibirien angestellte Beobachtungen. Mittelst derselben ward die Lage des Sibirischen Magnetpunktes bestimmt. Da ich sofort bemerkte, dafs die beiden stärkern Magnetpunkte einander fast diametral entgegengesetzt

wären, und daſs ungefähr das Nämliche mit den beiden schwächern der Fall sey, und da sich mir nach und nach die verschiedene Bewegung dieser vier Magnetpunkte ergab, so ward ich nach einigem Sträuben genöthigt, Wilckes Vorstellung von zween zusammenhängenden magnetischen Polarregionen aufzugeben, immaſsen Alles sich eben so leicht durch zween von einander gesonderte magnetische Linien oder Axen erklären lieſs.

Indem ich in der Folge die Lage dieser vier Magnetpunkte mit den Halleyschen Angaben verglich, zeigte sich mir, daſs die Verschiedenheiten nicht groſs wären, und daſs er nur in der Bestimmung des Sibirischen Nordpoles, wie in der Hypothese von der Bewegung der Axen sich geirret habe, wie ihm denn auch sowohl zu jenem als diesem hinlängliche Data mangelten. Halley hat also zuerst das Wahre gefunden, und hat dessen so viel gefunden, als seine Zeit gestattete. Ein ganzes Jahrhundert sorgfältiger Beobachtungen mit verbesserten Instrumenten und Methoden ist seitdem dazugekommen, und hohe Zeit ist es, daſs man diesen Stoff zur Aufführung eines vollständigeren und festeren Gebäudes benutzt. Daſs dieses nicht bereits geschehen ist, läſst sich wohl nicht anders als aus der abschreckenden Schwierigkeit erklären, aus so verschiedenen Schriften Beobachtungen zu sammeln. Deswegen glaube ich eine nützliche Arbeit gethan zu haben, daſs ich im angefügten Anhange den Mathematikern das an einem Orte überliefere, was ich mit groſser Mühe an verschiedenen gesammelt habe. Durch Zutritt zu reicheren Büchersammlungen und den Archiven der gröſsern seefahrenden Nationen könnte vermuthlich sowohl aus gedruckten als ungedruckten Hülfsquellen diese Sammlung einen beträchtlichen Zuwachs erhalten. Einige Physiker sagen, die Zeit sey noch nicht da, weil die ältern Beobachtungen ganz unzuverläſsig und die neuern nicht genau genug wären. Diese Behauptung ist aber ungegründet. Wohl lassen

sich die Beobachtungen eines Hudson, Baffin und mehrerer Seemänner aus dem Anfange des siebzehnten Jahrhunderts in Hinsicht auf Genauigkeit vielen der Neuern an die Seite stellen. Den Beleg dazu giebt die gegenseitige Uebereinstimmung und ein Blick auf die Abweichungskarte für das Jahr 1600, die auf diese Beobachtungen gebaut ist. Eines Fehlers von einem halben, ja sogar einem ganzen Grade darf man den Seemann nicht zeihen; hat aber der Compafs keinen beharrlichen Fehler, so heben sich solche Unrichtigkeiten gegenseitig auf. Mit welchem Erfolge hat man sich nicht in der Sternkunde älterer Beobachtungen von Kometen und Finsternissen bedient, die in ihrer Art weit ungenauer waren?

Im Jahre 1811 wurde von der Königlich Dänischen Gesellschaft der Wissenschaften in Kopenhagen der gewöhnliche Preis auf die Beantwortung folgender Frage gesetzt: "ist man, um der Erde magnetische Erscheinungen zu erklären, zur Annahme mehrerer Magnetaxen in der Erde genöthigt, oder ist Eine hinlänglich?" Zu Anfange des folgenden Jahres, da die vier ersten Hauptstücke nebst dem sechsten und dem gröfsten Theile des fünften ausgearbeitet waren, händigte ich selbige dem Secretär der Gesellschaft ein, und obwohl die Arbeit nach ihrem damaligen Umfange nicht allen Bedingungen der Aufgabe entsprach, so beliebte es doch der Gesellschaft mir den Preis zuzuerkennen. Die übrigen Untersuchungen sind nachher ausgearbeitet.

Das letzte Hauptstück stellt einige vielleicht zu kühne Hypothesen auf, welche aber, da bey den darauf folgenden mathematischen Untersuchungen ihr Gehalt geprüft worden, unschädlich sind. Die Wahrheit ist, sagt unser Treschow irgendwo, ein Edelstein, der auf dem Boden eines mit Schlamm erfüllten Brunnens liegt, vor dessen Ausschöpfung jener selten gefunden wird. Sollten daher auch meine Versuche der

Digitized by Google

Hauptsache nach verunglückt seyn, so haben sie doch wenigstens zur Ausleerung des Brunnens beygetragen.

Die Verbindung des Polarlichtes mit den magnetischen Kräften der Erde liegt dermaſsen am Tage, daſs niemand, welcher beide Erscheinungen zur Genüge kennt, dieselbe zu leugnen vermag. Halley und Wilcke sind daher beiderseits derselben Ueberzeugung gewesen. Alle optischen Erscheinungen des Nordlichtes lassen sich ganz ungezwungen aus den magnetischen Zurückstoſsungen nach den im fünften Hauptstücke aufgestellten Formeln erklären; da aber diese Untersuchung zu weitläuftig seyn würde, um ein Hauptstück des gegenwärtigen Werkes auszumachen, so habe ich dieselbe bis auf den zweyten Theil aufbehalten, welcher somit die magnetischen Lichterscheinungen der Erde abhandeln wird.

In dem magnetischen Atlasse sind den Karten Tab. VI. und VII. lateinische Inschriften geworden, weil ich mich derselben zugleich für eine Französische oder Englische Uebersetzung bedienen wollte, die ich im Sinne hatte zu besorgen. Demungeachtet habe ich den Orten ihre landübliche Rechtschreibung gelassen, um selbige dem Seemanne nicht unkenntlich zu machen, der sich vielleicht diese Karten zu Nutze machen möchte. In jener Uebersetzung hoffe ich durch fortgesetzte Untersuchungen die in Hptst. 7 aufgestellten Elemente noch weiter berichtigen und somit die Ergebnisse der Theorie in nochgenauere Uebereinstimmung mit den Beobachtungen bringen zu können.

Europas Mathematiker haben seit Kepplers und Newtons Zeiten sämmtlich die Augen gen Himmel gekehrt, um die Planeten in ihren feinsten Bewegungen und gegenseitigen Störungen zu verfolgen; es wäre zu wünschen, daſs sie jetzt eine Zeitlang den Blick hinab in den Mittelpunkt der Erde senken möchten, denn auch allda sind Merkwürdigkeiten zu schauen. Es spricht die Erde mittelst der stummen Sprache

Digitized by Google

der Magnetnadel die Bewegungen in ihrem Innern aus, und verstünden wir des Polarlichtes Flammenschrift recht zu deuten, so würde sie für uns nicht weniger lehrreich seyn. Der Zusammenhang der Meteorologie mit dem Polarlichte, folglich mit den magnetischen Kräften, springt in die Augen; eben so merkwürdig ist die Gleichheit zwischen Humboldts isothermischen Linien und den magnetischen Neigungslinien. Wer hat noch die Kälte Sibiriens, Grönlands und des Feuerlandes zu erklären vermocht? wer die sonderbaren Veränderungen der Polarclimate oder Cooks Bemerkungen über die verschiedenen Abstände der festen Eisflächen vom Südpole im stillen Meere und in dem Atlantischen?

Vielleicht möchte ein tieferes Studium der magnetischen Kräfte der Erde über diese dunkeln Gegenstände das gehörige Licht verbreiten. Neue und vorzügliche Beobachtungen können wir bald von den Englischen Nordpol-Expeditionen wie von den Französischen und Russischen Erdumseglungen unter Freycinet und Kotzebue und von Hr. v. Humboldts Asiatischer Reise erwarten. Wenn solchergestalt die Regierungen der mächtigeren Nationen sich vereinigen wollten, Beobachtungen anstellen zu lassen, und die Mathematiker, diese zu bearbeiten, dann würden wahrscheinlich in einigen Jahrzehenden der Erde bisher unerklärbare magnetische Erscheinungen einem eben so sichern Calcul unterworfen werden können, als die Bewegung der Himmelskörper.

Digitized by Google

Inhalt
des ersten Theiles.

Seite

Seite

Berichtigungen und Zusätze.

Seite 3, Anmerk. Zeile 1 Landnamobok lies Landnamabok.

Zur Anmerkung hinzugefügt: In der Sturlunga Saga IV. 17 wird auch des leidarstein oder solarstein erwähnt.

S. 4, Z. 6 Robert Normann l. Burrows.

- 6 - 20 hinzugefügt: Siehe Kircheri Magnes p. 432 pars 6ta de Nautica magnetica.
- 7 - 20 statt 1756 l. 1757.
- 7 - 25 statt 1752 l. 1692.
- 8 - 15 statt 1735 l. 1733.
- 10 - 19 1785 y. 1786 l. 1785 y 1786.
- 12 - 24 repertortorium l. repertorium.
- 15 Anmerk. von l. vor.
- 20 Z. 3 Den 1 Juni, geankert u. s. w. Statt der folgenden 8 Zeilen lies: D. 1 Juni vor Anker an der N. W. Seite der Insel Resolution, Länge von London 66° 35′, Abw. 25° 6′ w. Den 2 bis 9 Juni vor Anker bey Salvage Islands, Br. 62° 30′ n., L. 72° w. London, Abw. 27° 30′ w. Den 16 Juni vor Anker bey einer Insel in nördlicher Breite 63° 26′, Länge 72° 25′ w. London, Abw. 27° 46′. Diese Beobachtung ward an einer Landspitze gemacht, welche sie broken Point nannten. Den 22 Juni wurde die Abweichung so genau als möglich beobachtet, um dadurch zu bestimmen, wann der Mond culminirte. Dadurch ward des Ortes Länge gefunden = 74° 5′ w. London; die Abweichung war = 28° 30′ w. Dieses geschah nahe der Mühlen-Insel (Mill-Island). — Diese Beobachtung und Weise der Längenbestimmung ist merkwürdig, und zeigt, daſs Baffin sich mehr auf die Sternkunde verstand als viele Seemänner der gegenwärtigen Zeit.
- - - 21 statt 56° N. l. 56° W.
- 21 - 6 merchant l. merchants.

S. 22 Z. 13 Veränddcrung l. Veränderung.
- 23 - 14 40° l. 44°.
- 24 - 17 die Abweichung l. die östliche Abweichung.
- 28 - 23 berechnen läfst, hinzugefügt: sie war also = 0° 12′ w.
- 36 - 17 war sie l. war die Abweichung.
- 42 - 21 Die hier erwähnte Einwendung gegen eine cylindrische Axe ist von Cavallo aufgestellt (siehe Gehlers phys. Wörterb. Th. 3 S. 348, Neigung der Magnetnadel); sie hält aber nicht die Probe. Es ist leicht einzusehen, dafs jedes Theilchen der Nadel von den magnetischen Kräften der Erde in einer Richtung getrieben wird, die mit der mittleren Richtung dieser Kräfte parallel ist. Jedes Theilchen der Nadel strebt also, sich gegen eine Linie zu bewegen, welche durch die Axe der Nadel geht und mit jener mittleren Richtung der Kräfte parallel ist. Die Nadel wird demnach die wahre Neigung angeben, möge sie in dem magnetischen Mittelpunkte unterstützt seyn oder nicht, falls auch die eine Hälfte bedeutend länger wäre als die andere, wofern nur der Schwerpunkt in die Mittellinie der Umdrehungsaxe fällt. Mithin giebt auch jede horizontale Magnetnadel den wahren magnetischen Meridian an, wäre sie auch in ihrem einen Endpunkte aufgehängt. Van Swinden behauptet freilich das Gegentheil, diese Behauptung läfst sich aber kaum vertheidigen. Die Neigungsnadel als einen Wagebalken zu betrachten (worauf Cavallo seine Schlufsreihe stützt) ist unrichtig.
- 56 No. 18. Die Längen der in dieser Tafel eingetragenen Le Gentilschen Beobachtungsorte, wie sie sich aus der auf der Karte abgesetzten Route finden, sind im Anhange 3te Tafel XXXVII. S. 88 angeführt.
- 58 No. 21. Die Länge dieser Orte siehe Anhang Tafel 3 XXXVI. S. 87.
- 59 - 22. Obgleich die Lage der Linie ohne Neigung in diesem Striche von der Länge 120° bis 213° ö. Gr. nicht ganz zuverläfsig ist, so vermuthe ich doch kaum, dafs die Unrichtigkeit 1 oder 1½ Grad übersteigen kann, da die Lage der Linien für 20° und 30° südlicher Neigung hier durch Cooks und Vancouvers viele und gut mit einander übereinstimmende Beobachtungen auf den Freundschafts- und Gesellschafts-Inseln genau bestimmt ist, und man nicht wohl die Linie ohne Neigung verrücken kann, ohne zugleich jenen Linien eine andere Lage zu geben. Inzwischen finde ich im Traité de Physique par Biot T. III. p. 131 folgende Bemerkungen, welche mit dem obigen zu streiten scheinen. Nachdem er gezeigt hat, dafs 7 Punkte in der Linie ohne Neigung, bestimmt durch Beobachtungen von La Perouse, Cook, La Caille und Humboldt (die Unrichtigkeit der einen dieser Beobachtungen des La Perouse ist S. 51 gezeigt) ungefähr in einem grofsen Kreise liegen, der den Aequator in der Länge 115° 34′ w. Paris unter einem Winkel von 12° 5′ schneidet; sagt er: "Telle a été en effet jusqu'ici l'opinion générale. Mais chose étonnante! ces élèmens sont totalement en défaut dans toute la partie de la mer du Sud située au-delà du nœud occidental, entre 115 et 270° de longitude, ce qui comprend presque un hémisphère entier de mer. En effet, en discutant des observations faites avec le plus grand soin par William Bayly et Cook, sur deux bâtimens différens qui naviguaient de concert dans la mer du Sud en

1777, je trouve qu'ils ont l'un et l'autre rencontré l'équateur magnétique à 158° 50′ 9″ de longitude occidentale, et à 8° 13′ 40″ de latitude australe; tandis qu'en prolongeant le grand cercle que nos premières observations nous avaient donné, cet équateur aurait dû alors se trouver à une latitude boréale de 8° 36′ 30″. Ceci nous montre donc que l'équateur magnétique, aprés avoir rencontré l'équateur terrestre vers 115° de longitude occidentale, redescend dans la partie australe du globe; et comme les observations de Bayly, confirmées en cela par celles de Dalrymple, montrent de nouveau la ligne sans inclinaison vers 7° de latitude boréale dans les mers de la Chine, à 256° de longitude occidentale, il en faut conclure qu'entre cette longitude et celle de 158° 50′, déterminée par l'observation de Cook, l'équateur magnétique et l'équateur terrestre ont au moins encore une intersection, indépendamment du nœud oriental situé dans les mers de l'Inde vers 295° de longitude et dépendant de la partie circulaire. Il y aura donc en tout au moins trois nœuds, et peut-être quatre, si l'équateur magnétique, près de son nœud occidental, s'élève un peu vers le nord avant de redescendre dans le sud vers l'archipel des îles de la Société." In der hier angegebenen Länge von 158° 50′ w. Paris oder 203° 30′ ö. Gr. fand ich keine Beobachtungen von Cook im Jahre 1777, sondern dagegen d. 1 Jan. 1778 an der Westseite der Christmafs Insel Breite 1° 59′ n., Länge 202° 30′ ö. Gr., Abweichung 6° 22′½ ö., Neigung 11° 54′ s. (siehe Anhang Taf. 3 S. 83). Mittelst der S. 47 angeführten Interpolationsmethode finde ich hieraus die Breite des Nulpunktes = 1° 59′ + 5° 57′ = 7° 56′ nördlich, welches mit Biots berechneter Breite des Nulpunktes in dieser Länge (8° 36′ 30″) beynahe übereinstimmt. Ich glaube, Biot hat hier durch einen Fehlgriff die Neigung auf der Christmafs-Insel = 11° 54′ nördlich statt südlich angenommen, und alsdann wird des Nulpunktes Breite = 1° 59′ − 5° 57′ = 3° 58′ südlich, ungefähr so, wie Biot denselben annimmt. Meine Meinung von dieser Cookischen Beobachtung auf der Christmafs-Insel ist, dafs die südliche Neigung daselbst nicht über 6° ist. Dafs die Neigung daselbst nicht nördlich seyn, d. h. dafs die Linie ohne Neigung an diesem Orte nicht südlich vom Aequator liegen könne, zeigen unter andern auch Krusensterns gut übereinstimmende Beobachtungen nahe an diesem Orte im May 1804 (siehe S. 54), welche in der Länge 146¼ w. oder 213¾ ö. Gr. den Nulpunkt in der Breite 3° 28′ nördlich setzen. Ich sehe es für völlig ausgemacht an, dafs die Linie ohne Neigung nur in zween Punkten den Aequator schneidet, und dafs sie nirgends durch einen grofsen Kreis darzustellen sey. Einigen Zweifel möchten freilich die Beobachtungen bey den Sandwichs-Inseln erregen (siehe hievon Anmerk. 8 zur 2ten Tafel im Anhange); diese Zweifel werden aber wohl bald durch Freycinets Beobachtungen gehoben werden. Aus dieser falschen oder falsch verstandenen Beobachtung zieht übrigens Biot den richtigen Schlufs, dafs es, aufser der magnetischen Hauptaxe noch eine andere excentrische und weit schwächere Magnetaxe geben müsse, die im Südmeere diese Anomalien erzeugt.

S. 60 letzte Z. statt Le Gentil 77° 0′ O., 10° 15′ N. l. Abercrombie 80° 20′ O., 10° 35′ N.

- 61 Durch eine unrichtige Reduction vom Pariser auf den Greenwicher Meridian sind Le Gen-

tils Beobachtungen unter unrichtigen Längen angeführt. Dieser obere Theil der Tafel mufs deswegen folgender Maßsen berichtigt werden:

Beobachter.	Länge Greenw.	Breite des Nul-punktes.	Beobachter.	Länge Greenw.	Breite des Nul-punktes.
Im Indischen Meere vom Cap Guardafui bis zur Sundastraſse					
Abercrombie . .	80° 42′ ö.	11° 5′ n.	Le Gentil . . .	85° 50′ ö.	10° 42′ n.
Le Gentil . . .	81 35	10 15	Abercrombie .	85 58	10 10
	83 20	10 29	Le Gentil . . .	86 27	9 34
	84 20	10 42	Abercrombie .	86 49	9 18
Abercrombie . .	84 55	9 14	Le Gentil . . .	88 50	9 24
	85 15	9 27		93 58	9 5
Le Gentil . . .	85 17	8 51		95 10	8 57
	85 50	9 14		96 50	8 32

S. 61 statt Collnet 3° 37′ N. l. 3° 37′ S.

- - statt La Perouse 1° 1′ l. 1° 1′ N.

Mit Zuziehung der dritten Tafel im Anhange läſst sich die Anzahl dieser Bestimmungen sehr vergröſsern.

S. 72 Anmerk. statt werden l. werden.

- 79 vorletzte Z. No. XII. l. Tab. IV.

- 95 Z. 1 859′,6 l. 859,6.

- 98 - 9 diese l. dieser.

- 103 - 9 für heilig gehalten l. verherrlicht.

- 104 - 6 in welcher sie l. in welcher die Magnetpole.

- - - 19 nur l. mir.

- 123 vorletzte Z. gleiche, ungleiche l. gerade, ungerade.

- 124 Z. 2 statt $(a+v)^t$ l. $(a+x)^t$.

- 130 - 11 statt $\sin v$ l. $\sin w$.

- 150 letzte Z. mx^r l. mnx^r.

- 163 Siebenter Versuch; Anziehung im Abstande 2,1 statt 17,30 l. 70,30.

- 182 Z. 3 statt $\frac{3}{3\varrho^3}$ l. $\frac{3}{4\varrho^3}$.

- - Tafel I. Z. 4 statt 9.45939 l. 9.49539.

- 194 Z. 7 statt $5.6 \ldots (n+2)$ l. $5.6 \ldots (n+4)$.

- - - 8 statt $(2m+3)$ l. $(2m+2)$.

- 195 Reihe E erste Z. statt 1.789.. l. 1.889..; st. 2.426.. l. 2.526..; st. 2.970.. l. 3.070..; st. 3.447.. l. 3.547..

- 197 Z. 2 statt 416 l. 517; st. 609 l. 753; st. 719 l. 887; st. 728 l. 896.

- 199 Werth von u für $\omega = -70°$, $\varrho = 1\frac{1}{2}$, statt 8,3 l. 3,8.

- 200 Anmerk. statt $n =$ l. $u =$

S. 205 Z. 15 Da ich jedoch die Frage, ob bey dem zweyten Elementargesetz $r = 1$ oder $= 2$ angenommen werden solle, nicht für ganz abgemacht halten darf, als bis ich einige neue Versuche ausgeführt habe, und da ferner die Berechnung der beobachteten Abweichungen und Neigungen eher das Erstere als das Letztere zu erheischen scheint, so habe ich in Fig. 26 bis Pl. II. in verjüngtem Maſsstabe die nach der ersten Hypothese berechneten und construirten Curven hinzugefugt. Auf jeden Fall bedarf es vielleicht keiner andern Versuche, um diese Frage zu entscheiden, als der Neigungs-, Abweichungs- und Intensitäts-Beobachtungen auf der Erde selbst; diejenige Hypothese, welche diese am besten darstellt, ist die richtige. Das Einzigste, was man dann durch den Versuch aufzuklären wünschen möchte, wäre, ob die Vertheilung der Kräfte in den von Menschenhänden gefertigten Magneten nach denselben Gesetzen geschieht, wie in den Erdmagneten.

- 207 - 20 statt AgB l. AGB.

- 208 - 4 von unten $\sqrt{\frac{1}{3}}$ l. $\sqrt{\frac{1}{2}}$.

- 214 - 17 die letzte Formel für tang i ist unrichtig und geht weg.

- 216 - 2 von unten (Fig. 30) l. (Fig. 31).

- 217 - 6 von unten: der Magnetnadel l. des Magneten.

- 232 - 2 von unten, statt C. cos $3u$ l. C. cos $4u$.

- 237 - 7 von unten: im vorigen §. l. in den vorigen §§.

- 242 Tabelle statt ω l. u.

- 254 Z. 7 von unten: achte l. neunte.

- 255 - 12 achten l. neunten.

- " - 15 achten l. neunten.

- 256 Anmerk. Z. 1 neunte l. zehnte.

- 257 Z. 3 $\frac{m}{M}F + \frac{m'}{M}F$ l. $\frac{m}{M}F - \frac{m'}{M}F$.

- 280 - 22 dadurch l. noch.

- 282 letzte Z. von Swinden l. van Swinden.

- 293 Z. 17 verden l. werden.

- 307 - 8 aller dieser Durchschnittsmomente l. aller Momente dieser Durchschnitte.

- 319 Statt des im 3ten Zusatze Angeführten, was gröſstentheils unrichtig ist, werde eingerückt:

Zusatz 3. Ist $\gamma = 0°$, d. h. liegen beide Magnetpole in einem und demselben Meridiane, so ist nach 1) $\cos 2\alpha = \cos a . \cos b - \sin a . \sin b = \cos(a + b)$, also $2\alpha = a + b$, oder $\alpha = \frac{a + b}{2}$. Nach 3) ist $\cos d = \frac{\cos b - \cos a}{2 . \sin \alpha}$; und da $\cos b - \cos a = 2 . \sin\left(\frac{a + b}{2}\right) . \sin\left(\frac{a - b}{2}\right)$, $\sin \alpha = \sin\left(\frac{a + b}{2}\right)$, so wird $\cos d = \sin\left(\frac{a - b}{2}\right)$, also $d = 90° - \left(\frac{a - b}{2}\right)$. Nach 4) wird $\operatorname{tg} n = \operatorname{tg} m = 0$,

also $m = n = 0°$. Nach 5) ist $\cos e = \frac{\cos b + \cos a}{2 . \cos a}$, und da $\cos b + \cos a = 2 \cos\left(\frac{a+b}{2}\right) . \cos\left(\frac{a-b}{2}\right)$, wird $\cos e = \cos\left(\frac{a-b}{2}\right)$, also $e = a - b$. Nach 6) ist $\cos \psi = - \cot e . \cot d = - 1$, wenn obige Werthe für e und d eingesetzt werden; also $\psi = 180°$. Nach 7) ist endlich $\cos \delta = \frac{\cos d}{\sin e} = 1$, also $\delta = 0°$.

Zusatz 4. Ist die geographische Länge des Südpoles A gröſser als die Länge des Nordpoles B, so muſs in der Formel 1) gesetzt werden $- \gamma$ statt γ. Da aber $\cos \gamma = \cos(- \gamma)$, so wird die Formel $\cos 2a$ in 1) unverändert, folglich auch die Werthe von d und e in 3) und 5). Dagegen wird in 4) $\tang n = - \frac{\sin a . \sin \gamma}{\sin b + \sin a . \cos \gamma}$, $\tang m = - \frac{\sin b . \sin \gamma}{\sin a + \sin b . \cos \gamma}$; n und m sind folglich negativ, d. h. m fällt zur Rechten, n zur Linken, und die Länge von F wird gleich der Länge von B plus n, oder gleich der Länge von A minus m. Ferner wird nach 6) $\cos \psi = - \cot e . \cot d$; also $\psi > 180°$. Endlich wird nach 7) $\cos \delta = \frac{\cos d}{\sin e}$. Hier kann bloſs der negative Werth von δ gebraucht werden, da nach Zusatz 3 $\delta = 0°$, wenn $\gamma = 0°$. Wenn γ negativ ist, braucht man also bloſs m, n und δ negative Werthe zu geben und ψ in den dritten Quadranten zu nehmen.

S. 323 Z. 5 statt (1) l. (§. 18, 1).
- 327 - 17 statt getrieben l. gedrehet.
- 342 In der Ueberschrift statt Magnetpole l. Magnetaxen.
- 348 Z. 18 Der Magnetaxen... l. Es mögen also der Magnetaxen Dimensionen, Kraftverhältniſs und Excentricität von jeder beliebigen Gröſse seyn, so muſs...,
- 356 In der Tafel... Elemente II. statt a 5° 24′½ l. 3° 24′½.
- 360 letzte Z. mit den ersten l. mit der ersten.
- 365 No. 55. Nulpunkt Peru Länge 300° 27′ l. 299° 56′.
- - No. 56. Lima Länge 301° 15′ l. 300° 27′.
- 366 Seitenzahl in einigen Exemplaren statt 566 l. 366.
- 367 Tafel in einigen Exemplaren Z. 6, e 2,11 l. 3,11.
- 374 Tafel No. III. In der Hamburger Börsenhallenliste No. 1972 wird aus London d. 15 Sept. 1818 gemeldet, daſs sich die Schiffe Isabella und Alexander d. 28 Juli in 75° 30′ n. Br. und 60° 30′ w. Länge von London befanden, d. h. 317° 10′ ö. Länge v. Ferro, und allda die Abweichung 89° w. und die Neigung 84° 30′ hatten. Diese Stelle ist also nicht weit von Cap Diggs, und man sieht, daſs die berechnete Abweichung und Neigung nur sehr wenig von denjenigen abweichen, die Capt. Ross durch Beobachtun-

gen gefunden. Hiebey muſs doch bemerkt werden, daſs die bey der Berechnung zum Grunde gelegten Elemente eigentlich für das Jahr 1775 bestimmt sind.

S. 376 Tafel No. III. Der horizontale Theil der magnetischen Kraft ist hier ungefähr = ⅕ der Kraft in Humboldts Nulpunkte in Peru, und Humboldts Nadel würde bey Cap Diggs in einer horizontalen Ebene in 10′ nur 96 Schwingungen machen. Wo der horizontale Theil der Magnetkraft so gering ist, da würde selbst die geringste störende Kraft die Nadel merklich vom wahren magnetischen Meridiane abdrehen. Diese Erscheinung zeigte sich auch auf der Englischen Nordpol-Expedition; denn nach der Börsenhallenliste No. 1984 ward an dieser Stelle die Abweichung auf dem Eise = 88° 13′, aber am Bord = 95° gefunden, also ein Unterschied von 7°. Erstere ist natürlicher Weise die richtigste. Folgendes ist die Ursache dieses Unterschiedes. Alles feste eiserne Geräth im Schiffe nimmt durch die Einwirkung der magnetischen Kräfte der Erde nach und nach eine feste Polarität an. Die Wirkung aller dieser verschiedenen Anziehungen und Zurückstoſsungen auf die Nadel kann auf eine gewisse Mittelrichtung hingeführt werden, die sich als des Schiffes magnetische Axe betrachten läſst. Wenn diese magnetische Axe des Schiffes im magnetischen Meridiane liegt, so zeigt der Compaſs den wahren magnetischen Norden; macht sie einen rechten Winkel mit demselben, so weicht der Schiffscompaſs meist von dem wahren Stande ab. Die Engländer messen die Entdeckung dieser Erscheinung dem Capt. Flinders bey, welcher auf dem Schiffe the Investigator in den Jahren 1801-1803 eine Entdeckungsreise machte; allein dieser Unterschied zwischen der Weisung der Nadel, wenn das Schiff in verschiedenen Cursen liegt, ward schon von Capt. Cook auf seiner zweyten Entdeckungsreise bemerkt, und in Wales und Bayley astronomical observations &c. wird gewöhnlich die Abweichung unter verschiedenen Stellungen des Schiffes beobachtet, um die Gröſse dieser Störung zu entdecken. Dieser Sache ist gleichfalls von Comm. Stockfleth in einem Schreiben vom 3 Oct. 1784 an die Dänische Gesellschaft der Wissenschaften gedacht (siehe Nye Saml. af Vidensk. Selsk. Skr. D. 3 S. 110), und von Löwenörn (ebendaselbst, S. 117) erklärt. Daſs die Wirkung dieser die Nadel störenden Kräfte durch die sogenannten isolirenden Compaſsdosen von weichem Eisen vernichtet werde, scheint mir ganz unglaublich. Wären diese fähig, alle magnetischen Einwirkungen auf die Nadel auszuschlieſsen, so müſsten sie auch die Einwirkung der Erdmagneten auf dieselbe aufheben, und selbige also gleichgültig gegen jede Richtung machen. Können sie aber letzteres nicht leisten, so vermögen sie auch nicht die Wirkung jener störenden Ursachen aufzuheben.

- 387 unterste Z. Aus dem Atlasse zu Humboldts Reise sehe ich, daſs er im Dec. 1803 die Abweichung in Mexico = 8° 8′ ö. gefunden hat.
- 392 Z. 6 von unten: Gehalt l. Gestalt.
- 403 - 11 10¼ Grad l. 10¼ östlich, siehe Acta Erudit. Lips. 1730 pag. 514.
- 491 - 12 von unten: Nordpole der Erde l. Nordpole der Nadel.
- 497 - 12 Endpunkt l. Endpunkte.

Berichtigungen und Zusätze zum Anhange.

Erste Tafel.

Dänemark, Norwegen und Schweden.

S. 1 Bergen, G. Bohr fand in 1817 die Abweichung = 24° 18′; die Abweichung 1792 ist ohne Zweifel viel zu grofs.

- - Zwischen Christiansand und Christiansund streiche weg 12,7.

- - Christiania, Hansteen, 22 Mai 1818, Abweichung 19° 59′.

Dazu kommen noch folgende Abweichungen, beobachtet von Niels Marelius längs der Reichsgränze zwischen Norwegen und Schweden:

		Abw.		Breite.	
1753	Håhn und Böhn	13°	0′ w.	59°	34′ n.
1754	Högsäter und Emterud	14	0	59	54
1755	Kaikelans und Midskogstorpen	13	0	60	32
1756	Lördalen (ein Hof in Norwegen)	12	0	61	23
29 Juli 1757	Herjehågnan (Berg)	11	30	61	43
9 Aug. 1758	Norra Enbogen	10	30	63	13
11 - 12 Aug. 1759	Goudalen	12	0	64	0
12 Sept. 1759	Årevattnet	12	30	64	4
13 Sept. 1759	Skaal (ein Hof in Norwegen)	12	45	64	9
4 - 5 Aug. 1760	Qvedlie (in Norwegen)	12	45	64	32
Sept. 1760	Auf dem Bergrücken Graatfjeldet blofs	10	30		
25 Juli 1761	Murritsskytski	10	45	65	20
Sept. 1761	Uhme Capel	10	45	66	4
19 - 22 Aug. 1762	Piescajaure	10	45	67	1
Juli 1763	Märfasdalen	9	0		
26 - 27 Aug. 1764	Kilpisjaure	9	15	69	3
2 Juli 1765	Enontekis (Pfarrhof)	7	20	68	28 ½
4 Juli 1765	Kuttane (bey Gewitter)	9	0	68	23
5 - 6 Juli 1765	Kuttane (gutes Wetter)	7	0		
13 Juli 1765	Salvastopel (Gewitter)	9	0	68	40 ½
19 Aug. 1765	Katsebeljaure	7	0	68	34
4 Sept. 1765	Autie Sudpach	7	0	68	43

Ferner Abweichungsbeobachtungen in Seeland von Bugge:

		Abw.		Breite.	
21 Aug. 1764	Tinghöi bey Mörköie	15	20	55	44
18 Aug. 1765	Roeskilde Domkirche	15	30	55	38 ½
27 Juli 1766	Fredriksborg (auf der Schanze)	15	52	55	56
14 Aug. 1767	Bringstrup bey Ringsted	16	2 ½	55	27
6 Sept. 1768	Vranæsbanke bey Taarnbye	16	5	55	23

	Abw.	Breite.
30 May 1769 Birkenshöi bey Rörvig	16 4′ w.	55 58′ n.
17 Juli 1770 Hashöi bey Slotsbierrebye	16 6	55 22
25 Juli 1771 Kongsbjerg auf Möen	16 10½	54 58

Das Russische Reich.

S. 6 Charcow, Huth, 1809, Abweichung = 5° 4′ w.

- 8 Serednoi Kovima, Billings, 28 May 1787, Abw. 9° 10′ ö., Br. 67° 10′ n., L. Gr. 157° 10′ ö.
Wirchui Kovimskoi, Billings, 24 May 1787, Abw. 7° 33′ ö., Br. 65° 28 n., L. Gr. 153° 24′ ö.

Deutschland, Preufsen, die Niederlande und die Schweiz.

- 9 Carlsruhe, Böckmann, 1810, Abw. 18° 10′ w.

- - Danzig. Die Beobachtung 1628 ist von Kruger, die 2 folgenden von Hevel.

- - Freyberg. Abweichungen, beobachtet von Oelschläger:

26 Jan. 1815 Abw.	18° 35′	27 April 1816 Abw.	18° 30′
21 März 1815 —	18 26	2 Oct. 1816 —	18 19
25 Jan. 1816 —	18 26	14 März 1817 —	17 58
6 April 1816 —	18 19		

- - Göttingen, Tob. Mayer, 4 Juli 1788, Abw. 19° 59′ w.

- - Nürnberg, Hartmann, 1536, Abw. = 10° 30′ ö.

- 10 La Rochette, Beaufoy, 1787, Abw. 19° 7′ w., Br. 47° 0′, L. 7° 10′ ö. Gr.

- - Wien, 1696, Abw. 11° 34′ w.

- - Wittenberg, Langguth, 5 Jan. 1803, Abw. 17° 0′ w.

- - Zürich. Abweichungen, beobachtet von Feer:

16 Juni 1812 Abw.	20° 46′	20 Jan. 1817 Abw.	19° 20′
6 Marz 1816 —	19 40	20 Febr. 1817 —	19 15

Portugal, Spanien und Italien.

- 17 Aranjuez, Breite 40° 2′, Länge Ferro 14° 3′½.

Cap S. Vincent, Breite 37° 1′½, Länge 350° 58′ ö. Gr.

Cap de Gat . — 36 44 — 357 47 —

Cap S. Marys — 36 55½ — 352 7 —

- 18 Madrid, Länge 13° 57′½ Ferro.

Ungarn und die Europäische Türkey.

- - Baya, 1696, Abw. 10° 19′ w., Br. 46° 10′, Länge 37° 35′ F.

- - Erlau (Agria), 1696, Abw. 9° 30′ w., Br. 47° 54′, L. 38° 2′½ F.

- - Ofen (Buda), 1696, Abw. 10° 0′ w.

- 19 Segedin, 1696, Abw. 10° 0′ w., Br. 46° 16′, L. 37° 58′ F.

Asien und benachbarte Inseln.

- - Anjenga, Panton, 28 Oct. 1776, Abw. 1° 12′½ w., Br. 8° 41′ n., L. 76° 54′ ö. Gr.

- 21 Louveau, Tachart, 1682, Abw. 0° 30′.

Madras, 1680, Abw. 8° 10′, also jährl. Abnahme = 5′,5.

Mangulor, Breite 12° 52′, Länge Gr. 75° 51′.
Mocha, Länge 61° 50′ Ferro, 44° 10′ Gr.
S. 21 Nangasaki, Krusenstern, Oct. 1804, Abw. 1° 46′ w., Br. 32° 44′, Länge 230° 13′ Gr.
- - Paliacate, Breite 13° 25′, Länge 80° 21′.
- 22 S. Paul Insel, Dentrecasteaux, 29 März 1792, Abw. 17° 30′ w., Br. 37° 56′ s., L. 75° 2′ ö. Paris.
- - Tellichery, Br. 11° 45′, Länge 75° 30′ ö. Gr.

Africa und die benachbarten Inseln.

- 23 In der Ueberschrift: Asien l. Africa.
- - Grand Canaria, Länge 1° 31′½ Ferro.
- - Sta. Cruz, Dentrecasteaux, 13 Oct. 1791, Abw. 18° 9′.
- - Anjouan, 1675, Abw. 19° 30′, Br. 12° 15′ s., Länge 44° 0′ ö. Gr.
- 24 Diego, Roiz, 1676, Abw. 20° 30′.
- - Tafel Bay statt 1799, Abw. 11° 0′ l. 1699, Abw. 11° 0′.

America und benachbarte Inseln.

- 26 Acapulco, Länge 277° 54′ Ferro, 260° 14′ Gr. nach Humboldt.
- - Albany Fort, 1668, Abw. 19° 15′ nach Halley. Die Abweichung hat also hier zwischen 1668 und 1730 zu- und von 1730 bis unsre Zeit abgenommen.
- - Beverley, Breite 42° 35′½, Länge 289° 7′½ Gr.
- 27 Boston, Länge 288° 55′ Gr.
- - Cambridge, Länge 288° 52′½ Gr.
- - Cayenne, Fresneau, 1733, Abw. 1° 40′ ö.
Condamine, 1744, — 4 30
Dessingy, 1762, — 4 30
1767, — 3 30
1777, — 2 12
1788, — 2 5
1789, — 2 5
- 28 Fernando Naronha, Baron, 1733, Abw. 2° 0′ ö., Br. 3° 47′ s.
Ekeberg, 1754, — 0 45
- - Mexico, Humboldt, Dec. 1803, Abw. 8° 8′, jährl. Abnahme 4′,7.
- 29 Norriton, Länge 284° 37′ Gr.
- - Port des Français, La Perouse, Juli 1786, Abw. 26° 36′ ö., Br. 58° 43′, L. 139° 55′ w. Paris.
- - Pr. Wales Fort, Länge 265° 45′ Gr.
- - New York, Länge 286° 0′ Gr.

Australien.

- 30 S. Christina, Marchand, 18 Juni 1791, Abw. 3° 23′ ö.
- 32 Onehow, Cook, 18 Jan. 1778, Abw. 9° 52′ ö.
- - Pilstart, Cook, 8 Oct. 1773, Abw. 9° 51′ ö.

Zweyte Tafel.

- 33 Acapulco, Humboldt, März 1803, Neig. 38° 53′, Br. 16° 50′½, Länge 260° 14′ Gr.
- - Agulhas Vorgeb., Ekeberg, 22 Juni 1770, Neig. 45° 0′ s., Br. 35° 40′ s., L. 39° 23′ Ferro.
- 34 Bourbon, S. Paul, Le Gentil statt 1766 l. 1761.
- 35 Simons Bay, Ekeberg, 20-22 Juni 1770, Neig. 44° 25′ s.
3 May 1774, — 44 29
- 36 Lucepara, Ekeberg, 4 Jan. 1771. Neigung 23° 37′ s., Breite 3° 30′ s., Länge 123° 15′ Ferro.
- 39 Svinörs Hafen, Länge 22° 50′ Ferro, 6° 18′ Gr.
- - Upsal, Celsius, 19 Aug. 1743, Neig. 74° 51′.
20 Sept. 1743, — 75 5

Dritte Tafel.

- 83 Zweyte Columne in der Ueberschrift statt 1779 l. 1775.
- - statt März 17 l. May 17.
- 87 erste Columne statt Hapae Insel l. Hapae Inseln.
- 93 zweyte Columne, Abweichung in Anjenga statt 11° 2′½ l. 1° 12′½.
- 113 Serednoi Kovima, Länge statt 57° 10′ l. 157° 10′.

Einleitung.

Es hat kein Theil der Naturlehre, der Untersuchungen verschiedener grofsen Männer ungeachtet, im letztverflossenen Jahrhunderte geringere Fortschritte gemacht, als die Lehre von dem Magneten und seinen Wirkungsgesetzen, sowie vom Magnetismus der Erde. *P. Jacquier* und *Le Sueur* *) glaubten durch Versuche ausgemittelt zu haben, die Anziehungskraft des Magneten verhalte sich umgekehrt, wie die Cubi des Abstandes vom angezogenen Punkte. Derselben Meinung ist *Musschenbroek*; andere geben andere Gesetze für die Anziehung an; einige behaupten endlich, die Anziehungskraft befinde sich mit keiner Potenz des Abstandes in Proportion.

Was insonderheit den Magnetismus der Erde betrifft, so nahm *Halley* an, dafs die Erde 4 Magnetpole habe, aus welchen er auch die Abweichungsphänomene überaus gut erklärete; aber er setzte keine mathematische Theorie fest, nach welcher sich letztere berechnen liefsen. Der grofse *Euler* behauptete, die magnetischen Phänomene der Erde könnten aus zwey Polen erklärt werden, entwickelte eine tief eingreifende Theorie, mufste aber nach den schwierigsten mathematischen Untersuchungen eingestehen, es gebe Umstände, welche die Unzulänglichkeit jener Erklärungsart darthäten. Dasselbe ge-

*) S. Comment. ad Newton. Princip. philosoph. Tom. III. pag. 40-43.

steht *Churchman* in der zweyten Ausgabe seines New Atlas of the magnetic variation.

Bauend auf die Aussage *Eulers*, und abgeschreckt durch die Schwierigkeiten*), welche er vorfand, hat man die Sache auf sich beruhen lafsen. Wo ein so grofser Mann vergeblich gearbeitet, da glaubte jeder seine Mühe verschwendet. Indessen haben doch die täglichen Oscillationen der Magnetnadel, verschiedene Umstände bey ihrer Abweichung und der Veränderung dieser gar manchen in seinem Glauben wankend gemacht.

Nicht mit Unrecht sagt daher ein gewisser Schriftsteller**), *in der Lehre vom Magnetismus sehe es noch, wie im Ptolomäischen Weltsysteme aus.* Die magnetischen Strömungen (tourbillons), die Kanäle und Ventile des Eisens, wodurch jene strömen sollen, und *Halleys* terrella, wohl verdient dies einen Platz neben den vorgeblichen Epicykloiden und Schraubengangslinien der Planeten. Aber die Astronomie nach dem Ptolomäischen Systeme stand auf einer weit höheren Stufe als unsre heutige Kenntnifs des Magneten. — Die meisten Phänomene in der Natur vollenden einen gewissen Kreislauf; nach einer gewissen Reihe von Veränderungen kommen die nämlichen wieder, und folgen nun in derselben Ordnung auf einander, wie das erste Mal. Haben wir nun wiederholt Gelegenheit gehabt, diesen Kreislauf vor unsern Augen sich vollenden zu sehen, dann schliefsen wir aus Gründen der Wahrscheinlichkeit, ohne jedoch der Erscheinungen Ursache zu kennen, dafs sie stets dieselbe Ordnung beobachten werden. Ueberschauen wir hingegen nur einen Theil der ganzen Kette von Veränderungen, so treibt alsbald die Wifsbegier mit ungeduldiger Eile hin zur Erforschung der Ursache der Erscheinungen, um daraus das übrige zu errathen und so den ganzen Kreis auszufüllen.

Beobachtungen von Jahrtausenden hatten unsre Vorfahren die scheinbaren Bewegungen der Planeten kennen gelehrt, und sie, unbekannt zwar mit ihrer

*) In seinen corrections necessaires &c. Mem. de Berlin Tom. XXII ann. 1766, sagt Euler: Je ne donne ces recherches, que comme un essai, pour pénetrer tant soit peu dans la veritable théorie de la declinaison magnetique, qui est sans doute une des plus épineuses matières, qu'on ait traité jusqu'ici.

**) Schummel in seiner Weltstatistik. Einleitung.

wahren Ursache, konnten die Standpunkte derselben doch mit ziemlicher Genauigkeit für künftige Zeiten voraussagen. Die magnetischen Phänomene dagegen, eine künstlichere Beobachtung erfordernd, sind bey weitem nicht so lange bemerkt worden. Erst gegen das Ende des 12ten Jahrhunderts*) scheinen die Europäer auf die *Polarität* des Magneten aufmerksam geworden zu seyn, gegen das Ende des 15ten auf seine *Abweichung* vom Meridiane (Declination), gegen das Ende des 16ten auf seine *Neigung* unter dem Horizonte (Inclination), und bald darnach auf die *Veränderung der Abweichung*. Die *täglichen*, ja *stündlichen Bewegungen* der Magnetnadel nebst ihrer *Unruhe* während des *Nordlichtes* waren dem Beobachtungsgeiste der ersten Hälfte des letztverflossenen Jahrhunderts aufbehalten, sowie endlich die Kenntniſs der *Verschiedenheit der magnetischen Kräfte* auf verschiedenen *Punkten der Erde* und der *Einfluſs des Nordlichtes* auf dieselben dem Anfang des 19ten.

Am Schluſse des 16ten Jahrhunderts war in ganz Europa und dem gröſsten Theile des Atlantischen Meeres die Abweichung *östlich*. Hierauf nahm dieselbe schnell ab, und bald nach der Mitte des 17ten Jahrhunderts wies die Magnetnadel in Europa gerade nach Norden. Seitdem blieb sie bey, westwärts zu gehen, so daſs sie gegenwärtig im südlichen Europa mit dem Meridian einen Winkel gegen Westen von mehr als 20° macht. In den beiden

*) Doch erzählt Are Frode, Verfasser des Landnamobok von Island oder der Erzählung der Entdeckung Islands (Part. 1. Cap. II. pag. 7), daſs Floke Vilgerdarson, der dritte Entdecker dieser Insel, ein berühmter Viking oder Seeräuber, etwa im Jahre 868 von Rogaland in Norwegen ausging, um Gardarsholm (Island) zu suchen. Er nahm drey Raben mit sich, die zu Wegweisern dienen sollten. Und um sie zu diesem Gebrauche einzuweihen, veranstaltete er im Snörsund, wo das Schiff segelfertig lag, ein groſses Opfer; denn damals hatten die Seefahrer keinen Leidstein (Magneten) in den nördlichen Ländern (Þviat þa höfdo hafsiglingarmenn enger Leidarstein i þan þima á nordorlöndum). Leid bedeutet Weltgegend (weſshalb der Polarstern auch auf Isländisch Leidstjerna hieſs), also Leidarstein, ein wegweisender Stein. Are Frode ist nach dem Zeugniſse Snorro Sturlesons im Jahre 1068 geboren, folglich ist sein Buch vermuthlich am Schluſse des 11ten Jahrhunderts geschrieben. Damals ist also schon die Polarität des Magneten in Norwegen bekannt gewesen. Es läſst sich inzwischen aus dem Ausdrucke abnehmen, als hätten sie noch nicht den Kompaſs gekannt, sondern blos den natürlichen Magnetstein in einem Faden aufgehängt.

letzten Decennien hat sie beinahe stille gestanden, ja scheint in Dänemark sogar sich langsam nach Osten zurückzuwenden. Ob die Magnetnadel in der Folge wirklich nach Osten, oder nach diesem Stillstande wiederum weiter westwärts rücken werde, oder ob sie vor dem Ende des 16ten Jahrhunderts weiter ostwärts gestanden oder nicht, das ist uns unbekannt.

Darf man annehmen, die von *Robert Norman* in der Nähe Londons 1580 beobachtete östliche Abweichung von 11° 15′ sey ein Maximum der östlichen Abweichung, und die 1805 von *Gilpin* eben daselbst gefundene westliche Abweichung von 24° 8′ gleichfalls ein Maximum (so daſs hierauf die Nadel sich wieder zurück nach Osten wendete oder der Mittagslinie näherte), so sahen wir in einem Zeitraume von 225 Jahren die Magnetnadel einen Winkel von 35° 23′ gegen Westen durchwandern, und kennen wenigstens von den geringeren Veränderungen, welche gesammt den ganzen Kreis derselben bilden würden, eine vollständige Periode. Ob sich aber der Kreis mit einem gleich groſsen Rückgange schlieſsen, oder ob noch mehrere Bewegungen vor und rückwärts erfolgen werden, läſst sich hieraus mit ganz und gar keiner Wahrscheinlichkeit errathen. Inzwischen bleibt der gegenwärtige Zeitpunkt (falls die Magnetnadel künftig wirklich zurück nach Osten rückete), *die erste uns mit Gewiſsheit bekannte Epoche* in den magnetischen Erscheinungen, und verdient unsre ganze Aufmerksamkeit.

Die durch ihren Entdeckungsgeist so rühmlich sich auszeichnende letzte Hälfte des 18ten Jahrhunderts hat uns auch von magnetischen Beobachtungen (deren unsre Vorgänger ermangelten), eine so reiche Sammlung gewährt, daſs eine glückliche Benutzung dieser Schätze zu schönen Hoffnungen berechtigt. Aber, bevor wir weiter schreiten, scheint es nicht zwecklos, auszumachen, wie weit in der Vergangenheit zurück wir wohl magnetische Beobachtungen zu erwarten haben.

Vor dem 15ten Jahrhundert war die Seefahrt der Europäer auf die Küsten der Nord- und Ostsee, des mittelländischen und Spanischen Meeres eingeschränkt. Auf dergleichen Reisen, wo man nur selten das Land aus dem Gesichte verlor, bedienten sich zwar die Seefahrer des Kompasses, brauchten aber in ihrem Course eines so geringen Versehens, wie etwa von einem Dutzend

Graden, nicht zu achten; verleitete doch ihre unbeholfene Nautik zu Fehlern von weit größerer Bedeutung. Eine schärfere Untersuchung der Direction der Magnetnadel blieb deswegen, als eine Sache ohne sonderlichen praktischen Nutzen, der Neugier der Gelehrten anheimgestellt, ja ward Anfangs selbst von ihnen, nicht als Folge eines allgemeinen oder kosmischen Grundes, sondern eines Fehlers in der Construction und Streichung der Nadel betrachtet. Letzteres war wohl auch Ursache, warum die Gelehrten, wenn sie dergleichen Beobachtungen auch zufällig machten, solche doch aufzuzeichnen unterließen.

Die großen Entdeckungen der Portugiesen und Spanier zu Ende das 15ten und Anfange des 16ten Jahrhunderts unter *Columbus*, *Gama* und *Magelhaens* munterten die Engländer und Holländer zum Aufsuchen eines neuen Weges nach Ostindien, und zwar im Nordwesten und Nordosten auf. Da diese Versuche nach 40jährigen Anstrengungen kein glücklicher Erfolg krönte, beschlossen die Engländer, den Portugiesen um das Cap zu folgen, und im Jahre 1600 ward die Ostindische Compagnie errichtet. Auch die Holländer fingen an, Ostindien zu besuchen. Auf solchen weiten Meerfahrten konnte man (selbst zu Längenbestimmungen) der Magnetnadel nicht entrathen, und in diesem 17ten Jahrhundert wurde eine Menge Abweichungsbeobachtungen gesammelt, die durch ihre Regelmäßigkeit und Beständigkeit *Gilbert* nebst dessen Zeitgenoßen nöthigten, eine kosmische Ursache dieser Erscheinung anzunehmen. Von jenem Schatze ist aber, da die meisten ältern Sammler von Reisebeschreibungen nautische Beobachtungen gern ausließen, oder doch nicht mit der gehörigen Genauigkeit mittheilten, wenig, und noch weniger in einem brauchbaren Zustande, auf uns gekommen. Doch stößt man, zumal bey den Englischen Sammlern, wie *Hacluyt*, *Purchas* und andern, auf verschiedene belehrende Beobachtungen. Vielleicht können wir aber die Hoffnung hegen, daß sich noch in den Portugiesischen, Spanischen, Englischen und Holländischen Archiven einige der ursprünglichen Journale auffinden lassen.

Zwar haben uns Schriftsteller aus dem Anfange des 17ten Jahrhunderts, wie *Gilbert*, *Kircher* und andere, die vom Magnetismus der Erde handeln, eine Sammlung von Beobachtungen aufbewahrt, von denen die meisten, allem Vermuthen nach, älter sind als 1600; allein in ihrem Wahne, als sey die Ab-

weichung auf einer und derselben Stelle unveränderlich, haben sie weder den Namen des Beobachters, noch die Zeit, wann die Beobachtung geschah, aufgezeichnet, überhaupt ältere und neuere Beobachtungen so durch einander gemengt, dafs sie sich geradezu widersprechen, und für uns unbrauchbar sind. Hiezu kommen noch folgende Ursachen der Verwirrung:

a) Der Kompafs ward auf eine gar verschiedene Weise construirt. Die Venetianer, Genueser, Sicilianer und mehrere Anwohner des Mittelmeeres, wo die Abweichung damals sehr gering war, legten die in 32 Striche (Rhomben) eingetheilte Rose dergestalt über die Magnetnadel, dafs diese von der Linie Nord-Süd bedeckt ward; in der Ostsee und den Niederlanden dagegen legte man die Nadel so unter die Rose, dafs sie mit der Linie Nord-Süd einen Winkel von ½ Strich gegen Osten machte. Schiffe, die nach Rufsland gingen, legten sie ¾ Strich, die Portugiesischen, Französischen und Englischen endlich einen ganzen Strich gegen Osten. Dadurch geschah es, dafs zwar der Kompafs an demjenigen Orte, für welchen er construirt war, nicht von der Mittagslinie abwich, aber an jedem andern die beobachtete Abweichung nicht der Winkel der *Magnetnadel* mit der Mittagslinie, sondern eigentlich nur der *Unterschied* war zwischen der Abweichung an dem Orte, für welchen er construirt war, und der Abweichung an dem Orte der Beobachtung.

b) Die grofse Unsicherheit in den damaligen Längenbestimmungen verhindert die Brauchbarkeit der besten Beobachtungen, wenn diese nicht in der Nähe eines Landes oder einer Insel angestellt wurden, deren Länge jetzt bekannt ist.

Hieraus erhellt, dafs man die von jener Zeit auf uns gekommenen Beobachtungen nur mit Behutsamkeit und Kritik benutzen dürfe.

Lägen also noch die ersten Originalberichte von den erwähnten Reisen nach dem Südwesten und Südosten in den Spanischen und Portugiesischen, wie diejenigen von den nordöstlichen und nordwestlichen in den Englischen Archiven aufbewahrt, so leuchtete wohl die Hoffnung zur Ausdehnung unsrer Kenntnifse von der magnetischen Beschaffenheit der Erde bis um das Jahr 1500.

Digitized by Google

Von einer früheren Zeit, als ungefähr 1600, etwas vollständiges zu sammeln, ist mir nicht möglich gewesen.

Was die Art des Findens der Abweichungs- und Neigungslinien betrifft, so habe ich platte Karten von der Gröfse entworfen, dafs 90° des Aequators 12 Dänische (Rheinländische) Decimalzolle ausmachen, und die ganze Erdoberfläche vom Aequator bis 70° nördlicher und südlicher Breite auf 8 Bogen gewöhnliches Papier gehet. Auf diesen Karten finden sich die beobachteten Abweichungen und Neigungen, an den gehörigen Orten nach der geographischen Länge und Breite des Beobachtungsortes aufgetragen; demnächst sind die magnetischen krummen Linien durch diejenigen Punkte gezogen, wo sich eine gleich grofse magnetische Abweichung oder Neigung auswies.

Die Quellen der zu den Karten nothwendigen Beobachtungen sind folgende:

A. Bey der Abweichungskarte für das Jahr 1600 sehe man:

1) *Purchas* his pillegrims or Hachluitus posthumus.

2) *Edward Wright*, certain errors in navigation detected and corrected.

3) *Athanasii Kircheri Magnes*, sive opus de arte magnetica.

Zu den Karten für 1700, 1710, 1720, 1730, 1744, 1756 ist eine Tabelle der Abweichung von *William Mountaine* und *James Dodson* in den Philos. Transact. Y. 1756 p. 329 fast ausschliefslich gebraucht. Diese Tabelle giebt von 5 zu 5 Graden der Breite und Länge die Abweichung für das Atlantische und Indische Meer, und soll das Resultat von mehr als 50,000 Beobachtungen seyn.

B. Bey der Karte für 1700 kann nachgesehen werden:

Halley table of variations of the magnetical needle in Phil. Trans. Y. 1752.

C. Bey der Karte für 1710 sind folgende Beobachtungen benutzt:

The variation of the magnetical Compafs observed by Capt. *Woods Rogers*, Comm. of the ship Duke, in his passage from Cape St. Lucar in California to the isle of Guam one of the Ladrones. Comm. by Dr. *Edm. Halley*. Phil. Trans. Y. 1721 p. 173.

D. Bey der Karte für 1720 sehe man:

a) Observations upon the Variation of the Needle made in the Baltic

Anno 1720 by Mr. *William Saunderson;* comm. by Capt. *Soams.* Phil. Trans. no. 366 p. 120 Y. 1717-1721.

b) A table of Observations on the Variation of the Compaſs in the Ethiopic Ocean, in the year 1721 and beginning of the year 1722 on board the Royal African Paquet in 1721 by Capt. *Cornwall*; ibid.

c) The variation of the Compaſs, containing 1719 observations to, in, and from the East-Indies, Guinea, West-Indies and Mediterraneum &c.; comm. by *Robert Douglass.* Phil. Trans. Vol. LXVI., Y. 1776 P. 1.

Diese Tabelle enthält Abweichungsbeobachtungen, aus den Reise-Journalen verschiedener Seeleute auf verschiedenen Seereisen zwischen den Jahren 1720 und 1755 ausgezogen.

E. Bey der Karte für 1730 kann nachgesehen werden:

a) *Chr. Middletons* Observations of the Variation of the Needle made in a Voyage to Hudsons Bay in the year 1731. Phil. Trans. no. 429. Jul., Aug., Septbr., Octbr. 1735.

b) *Chr. Middletons* Observ. of the Variat. of the Needle made in a Voyage to Hudsons Bay in the year 1730. Philos. Transact. 1731 und 1732. Vol. XXXVII.

Im nämlichen Bande findet sich auch eine Tabelle von *Middleton* über die Abweichung im Fahrwasser zwischen England und der Hudsons-Bay, welche beinahe wie die von *Mountaine* und *Dodson* eingerichtet ist, und das Resultat seiner Beobachtungen auf 9 Reisen zwischen 1721 und 1729 seyn soll. Weil man aber hier, statt eigentlicher Beobachtungen Mittelzahlen bekömmt, so ist sie unzuverläſsig.

c) Observations of *Latitude* and Variation taken on board the Hartford in her passage from Java Head to St. Helena Anno 1731-1732 by *Edm. Halley*; ibid.

d) The variat. of the magn. Needle as observed in three voyages from London to Maryland by *Walter Hoxton.* Phil. Trans 1739 no. 454.

F. Bey der Karte für 1744 ist gebraucht:

A voyage round the world in 1740-1744 by *George Anson.*

Dieser Reisebeschreibung ist nämlich eine Karte des Südmeeres beigefügt, auf welcher Lord *Anson* die Abweichungsbeobachtungen, welche er selbst gemacht, so wie die, welche er aus den Journalen des eroberten Spanischen Schiffes ausgezogen, aufgetragen hat. Durch diese Beobachtungen geleitet, habe ich die Halleyschen Linien im Südmeere auf dieser Karte gezogen.

G. Bey der Karte von 1756 sehe man:

a) A letter from Mr. *Will. Mountaine*, containing some observations on the variation of the magnetical Needle, made on board the Montagu Man of War, in the years 1760, 1761, 1762 by Mr. *David Ross*, Surgeon. Phil. Trans. Vol. LVI. for the year 1766 pag. 216.

b) Observations de la declinaison de l'Aiguille aimantée par Mr. l'Abbé *de la Caille*. Mem. de Paris An. 1754.

c) Voyage fait par ordre du Roi en 1750 & 1751 dans l'Amerique septentrionale &c. par Mr. *de Chabert*.

H. Die Karte für 1770 ist nach folgenden Beobachtungen construirt worden:

a) An account of the voyages undertaken by the order of his present Mayesty, for making discoveries in the southern Hemisphere, and successively performed by Commod. *Byron*, Capt. *Carteret*, Capt. *Wallis* and Capt. *Cook* &c. by *John Hawkesworth*, 3 Vol.

b) Variation of the Compass in the Endeavour Bark in a voyage round the world by *James Cook*. Phil. Trans. An. 1771 pag. 422.

c) Magnetnålens Inclination och Declination på en Siöresa til och ifrån Canton 1766-1767 af *C. G. Ekeberg*. Sv. Vet. Acad. Handl. A. 1768.

d) Observationer giorde med Inclinations-Compassen på en Siöresa ifrån Götheborg til Canton i China och darifrån tilbaka åren 1770 och 1771 af *C. G. Ekeberg*. Ibid. An. 1772.

e) Observationer giorde med Inclinations-Compassen, under en Siöresa til och från Canton af *C. G. Ekeberg* 1774-1775. Ibid. 1775 S. 506.

f) *Thomas Hutchins* experiments on the dipping needle made by desire of the royal Society. Phil. Trans. Y. 1775 p. 129.

g) Journal of a voyage to the east Indies in the ship *Grenville*, Capt. *Burn*.

Abercrombie, in the year 1775, comm. by *Alex. Dalrymple* Esq. Phil. Trans. Y. 1778.

h) Register of the Dip in his Mayest. Sloop of war the *Swallow*, Capt. *John Alex. Panton*, in the year 1776. Ibid.

i) Track of his Mayest. armed Brig the *Lion* from England to *Davis Streights* and *Labrador* &c. in 1776 by Lieut. *Richard Pickersgill*. Ph. Tr. Y. 1778, P. II. pag. 1057.*)

k) *Cooks* zweite Reise.

l) *Wales* and *Bayley* astronomical observations &c.

m) *Cooks* dritte Reise.

n) Voyage to the North Pole by Capt. *Phipps* in the year 1775.

o) Voyage fait par ordre du Roi en 1771 & 1772 &c. par *Verdun de la Crenne*, Chevalier *Borda* & *Pingré*.

p) Eine Sammlung von Abweichungsbeobachtungen in *Bodes* astron. Jahrbuche für 1779, gesammelt von *Lambert*.

I. Die Abweichungskarte für 1787 ist nach folgenden Beobachtungen construirt:

1) Relacion del ultimo viage al estrecho de *Magallanes* de la Fregata *Santa Maria de la Cabeza* en los annos 1785 y. 1786.

2) Historical Journal of the Transactions at Port Jakson and Norfolk Island &c. by *John Hunter*, Esq. 1787-1789.

3) A voyage round the world, but more particularly to the N. W. Coast of America, performed in 1785, 86, 87 and 88 in the *King George* and *Queen Charlotte*, Capt. *Nath. Portlock* and *G. Dixon*.

4) Iagttagelser paa en Reise fra Kjöbenhavn til Island 1786 og paa en Reise fra Kjöbenhavn til Strædet ved Gibraltar 1791 af Comm. *P. de Lövenörn*. Danske Vidensk. Selsk. Skrifter for 1799, 5ter B. pag. 299.

5) Iagttagelser over Kompassets Misvisning paa en Reise fra Kjöbenhavn til Vestindien 1782 og 1785 af Command. *Lövenörn*.**)

*) Die Sammlungen c, d, e, f, g, h, i enthalten zugleich Abweichungsbeobachtungen.

**) Diese Reise wurde zur Prüfung der ersten in Dänemark verfertigten Längen-Uhren unternommen, und ist besonders abgedruckt.

6) Sauers account of a voyage of discovery in the northern parts of Russia and the Icy Sea, performed by Capt. *Billings* 1787-1791.

7) Voyages made in the years 1788 and 1789 from China to the N. W. Coast of America by *John Meares*, Esq.

8) Voyage de *La Perouse* en 1785-1788.

9) Voyage à la recherche de la *Perouse* 1791-1794, unter Commando des Capt. *d'Entrecasteaux*, herausgegeben von *Citoyen Labillardiere*.

10) Voyage de *Dentrecasteaux*, redigée par *Rossel*.

11) Voyage round the world in the years 1791-1795 by Capt. *Vancouver*.

12) Voyage autour du Monde pendant les années 1790-1792, par *Etienne Marchand*, sur le Vaisseau *le Solide*.

15) The voyage of Governor *Phillip* to Botany-Bay &c. to which are added the Journals of Lieuts. *Shortland*, *Watts*, *Ball* and Capt. *Marshall* 1787-1788.

14) A voyage to the South Sea, undertaken by Command of his Mayesty for the purpose of conveying the breadfruit tree to the West-Indies, in his Msts. Ship the Bounty by Ltn. *Will. Bligh* 1788.

15) A voyage to the South-Atlantic, and round Cape Horn into the pacific Ocean, for the purpose of extending the Spermaceti-Whale-Fisheries 1793 by Capt. *James Collnet* in the Ship *Rattler*.

16) Journal, gehalten auf dem Fregatschiffe *Gen. Maj. Schimmelmann* von Kopenhagen nach St. Thomas in Westindien von Lieut. *H. Kaas* 1784.

17) Journal, gehalten auf dem Schiffe *Gen. Maj. Schimmelmann*, Capt. *H. B. Trille*, von St. Thomas nach Kopenhagen 1782.

18) Journal, gehalten auf dem Schiffe *St. Thomas*, Capt. *U. Lodberg*, von Kopenhagen nach Tranquebar und Bengalen 1783-1785.

19) Journal, gehalten auf dem Compagnieschiffe *Charlotte Amalia* von Kopenhagen nach China 1787-1789.

K. Die Karte für 1800.

1) A voyage of discovery to the north pacific Ocean &c., performed in his Msts. Sloop *Providence* in the years 1795-1798 by *Will. Robert Broughton*.

2) A voyage of discovery in the *Lady Nelson* in the years 1800, 1801 and 1802 to New S. Wales by *James Grant*.

3) Reise um die Welt in den Jahren 1803-1806 von *A. J. v. Krusenstern*. Petersburg 1810.

4) Journal, gehalten auf dem Fregatschiffe *die Speculation* von Kopenhagen nach Batavia und zurück von Capt. *Bönsöe* 1798-1800.

5) Journal auf einer Reise nach Ostindien auf dem Briggschiffe *Kjöbenhavn*, Capt. *Bönsöe* 1803-1804.

6) Journal, gehalten auf dem Schiffe *Foretagendet*, Capt. *Bönsöe*, auf einer Reise nach Ostindien 1805-1806.

7) Journal, gehalten auf dem Schiffe *Kronprindsen* auf einer Reise nach und von Canton in China von Capt. *Albr. Tranberg* 1802-1803.

8) Journal, gehalten auf dem Schiffe *Kongen af Danmark* auf der Reise nach und von Canton vom zweiten Steuermann *Albrechtsen* 1798-1800.

9) Journal, gehalten auf dem Schiffe *Kronprindsen* auf der Reise nach und von Canton von Capt. *Sv. Oergaard* 1804-1805.

10) Journal, gehalten auf dem Schiffe *Danmark*, Capt. *Tranberg*, auf einer Reise nach China 1800-1801, vom Obersteuermann *Hallensen*.

11) Journal, gehalten auf dem Schiffe *Norge* auf der Reise nach und von Canton, von Capt. *H. G. Trock* 1804-1806.

Aufser den hier angeführten, habe ich eine grofse Menge einzelner Beobachtungen benutzt, befindlich in *Gilberts* Annalen und den Sammlungen der Gesellschaften der Wissenschaften. Letztere findet man in *Reuss* repertortorium commentationum a societat. litterar. editarum, Tom. IV., Physica, unter dem Artikel: Magnes citirt.

L. Zu der *Neigungskarte* sind, aufser den obenangeführten Beobachtungen von *La Perouse*, *Cook*; *Lövenörn*, *Phipps*, *Ekeberg*, *Abercrombie*, *Panton*, *Pickersgill*, *Hutchins*, *Vancouver*, *Dentrecasteaux* u. s. w. folgende benutzt:

1) Beobachtungen über die Stärke und Neigung der magnetischen Kräfte, angestellt in Frankreich, der Schweiz, Italien und Deutschland von *Humboldt* und *Gay-Lussac*. *Greens* Ann. der Physik Jahrg. 1808, 5 St. XXVIII B. 3 St.

2) Ueber die Variationen des Magnetismus der Erde in verschiedenen Breiten von den *H. H. von Humboldt* und *Biot*. Ann. der Phys. Jahrg. 1805, 7tes St.

3) Voyage dans les Mers de l'Inde, à l'occasion du Passage de Venus s. l. disque du Soleil le 6 Juin 1761 & le 3 Juin 1769 par Mr. *Gentil* de l'Ac. R. d. Sc.

4) Beobachtungen von Abbé *de la Caille* in den Jahren 1750-1754; Mem. de Paris An. 1754.

5) Eine Menge einzelner Beobachtungen in den Schriften der Societäten der Wissenschaften in Amerika, in London, Paris, Berlin, Stockholm, Kopenhagen; in *Gilberts* Annalen, in *Bodes* astr. Jahrbuch u. s. w.

Alle diese Beobachtungen sind in den Tabellen I., II., III. des Anhanges eingeführt.

Die bekanntesten magnetischen Erscheinungen bestehen in einer Anziehungs- und Abstofsungskraft, wie in einer aus diesen Kräften folgenden bestimmten Richtung der magnetischen Körper, wenn sie sich selber überlassen sind und sich im Wirkungskreise andrer gleichartiger befinden. Ob die magnetischen Kräfte, aufser dafs sie sich solchergestalt als bewegende Kräfte zeigen, noch, gleichwie die elektrischen, chemische Wirkungen hervorbringen können, ist bisher wenigstens durch Versuche nicht bestimmt ausgemacht worden. Es scheint mir nicht glaublich, dafs irgend eine Kraft als blofs *mechanische* oder *bewegende* Kraft wirkt, ohne zugleich gröfsere oder kleinere Veränderungen im Innern der Materie hervorzubringen. Dafs Druck, Stofs, Zusammendrückung und Ausdehnung, ja selbst blofse Berührung solche innere Veränderungen hervorrufen, ist sattsam bekannt; vielleicht dafs sich gar die allgemeine Anziehung nicht blofs darauf beschränkt, Bewegung zu erzeugen, sondern zugleich von andern dynamischen Wirkungen begleitet wird. Anlangend die magnetischen Kräfte, so soll in der Folge dargethan werden, dafs das Polarlicht von denselben durch die Vereinigung der entgegengesetzten Kräfte auf die nämliche Art erzeugt werde, wie ein ganz ähnliches Lichtphänomen durch die Verbindung der entgegengesetzten elektrischen Kräfte hervorgebracht wird. Von gegenwartiger Untersuchung handelt demnach der erste Theil von

den *mechanischen*, der zweyte von den *Licht-Erscheinungen* der Erdmagneten. Da die mittlere Richtung der magnetischen Kräfte der Erde an den meisten Orten der letztern einen Winkel mit der Erdoberfläche macht, so können wir theils die Gröſse dieses Winkels (die Neigung), theils denjenigen Winkel betrachten, welchen eine Vertikalfläche durch jene mittlere Richtung der Kräfte mit der Mittagsfläche des Ortes macht (die Abweichung). Die magnetische *Abweichung*, *Neigung* und *Kraft* werden also im ersten Theile die 3 Hauptgegenstände unsrer Untersuchung.

Um mit desto gröſserer Sicherheit zu Werke zu gehen, wird es nöthig seyn, uns, soweit es die Beobachtungen erlauben, zuerst mit den Verhältnissen dieser 3 Erscheinungen über der ganzen Erde und in verschiedenen Zeitpunkten bekannt zu machen. Das ganze Abweichungssystem wird am besten mittelst der sogenannten *Halleyschen Abweichungslinien*, gleichwie das Neigungssystem aus den *Wilckischen*) Neigungslinien* überschaut. Für ein ähnliches System der *isodynamischen Linien* hat Hr. *v. Humboldt* zuerst die ersten Elemente geliefert, welche jedoch schon sehr belehrend sind. Die beiden ersten Hauptstücke werden uns deshalb mit Hülfe der Abweichungs- und Neigungskarten dasjenige kennen lehren, was die Erfahrung von diesen Erscheinungen darbietet, und die folgenden eine Theorie aufzustellen versuchen, nach welcher sich dieselben berechnen lassen.

*) Wilcke war meines Wissens der erste, welcher eine Neigungskarte entwarf, in Sv. Vet. Ak. Handl. 1768, p. 193 befindlich. Diese, bis jetzt vermuthlich die einzige originale, sieht man copirt in Le Monnier Lois du Magnetisme. Gleichfalls sollen die Neigungslinien auf zwey Karten von Professor Funck gezogen zeyn, überschrieben: die nördliche und südliche Erdoberflache, auf die Ebene des Aequators projicirt. Leipzig 1781. Obwohl ich sie nicht gesehen, vermuthe ich doch, daſs es die Linien Wilckes sind.

Erstes Hauptstück.

Von den Halleyschen Linien und deren Bewegung vom Jahre 1600 *bis* 1800.

A. Von der Abweichungskarte für 1600.

Da die Materialien dieser Karte schlecht und meines Erachtens nicht zuvor bearbeitet sind, sehe ich mich genöthigt, weitläuftiger zu seyn, als ich es gern wäre, um darzuthun, daſs die Abweichungslinien nicht nach bloſsen Vermuthungen gezogen sind, sondern auf zureichende Beobachtungen sich gründen, und, obwohl nicht die Genauigkeit der Linien auf den übrigen Karten, doch eine für unsern Zwick hinlängliche Zuverläſsigkeit haben. Bey letztern wird eine kurze Hinweisung auf die Quellen für jeden, der zum Selbstprüfen aufgelegt seyn möchte, befriedigend seyn.

Zur Erlangung einer ungefähren Uebersicht des Abweichungssystems in dieser Periode, und um zugleich die Gedanken der damaligen Gelehrten darüber zu vernehmen, mögen zuerst einige Stellen aus *Kirchers* Buche de Magnete hier stehen.

In des fünften Theiles zweitem Buche: de Geographia magnetica, pag. 575*) führt er die Worte eines berühmten Mathematikers über diesen Gegenstand folgender Maſsen an:

Non est hæc declinatio commentum ad tegendos Nautarum errores, ut Petrus de Medina voluit, neque accidit, quod vis longo usu detrita sit, ut

*) Der Vf. hat die zweyte Ausgabe von 1643 von Augen gehabt.

sensit Nonius, neque ordinata est deviatio, ut experientia non crassa Nautarum sed doctiorum testatur. In Azoribus omnino non deflectit. Si Orientem ab his insulis navigaris, cuspis borea in Ortum vergit, si in occasum ad occasum; Antwerpiæ ad Ortum 9°, Londini 11°; in America sub latitudine 35° 36′ ad occasum 11°, prope promonotorium Brasiliæ, C. de Frio in Ortum 12° excurrit; intra fauces orientaliores freti Magellanici 5° aut 6°. Si a C. Frio ad ortum Africam versus navigaris, augetur deflectio ad 17° & 18°, quod ut conjectura assequi possumus, contingit non porcul a Meridiano, qui per Azores transit: inde minuitur ad 6° & 10°, quod accidit prope insulam S. Helenæ: inde ferunt minui usque ad C. bonæ Spei, ubi volunt prope flumen, quod ab ea causa Lusitani C. de las Aguglias vocarunt, in Meridiano jacere &c.

Seite 376 erwähnt er einer Mecographia gallica, worin zwey magnetische Pole als Ursache der Abweichung angenommen werden, welche Meinung er widerlegen zu können glaubt, und daher das Buch *innumeris plena erroribus* nennt.

Seite 577 führt er aus Stevini Limenheuretica folgendes an: *In Corvo insula magneticus index verum Septentrionem indicat, sed quo quis inde magis versus Orientem proficiscitur, eo magis videbit Chalybem ανατολιζειν**) donec usque ad unum milliare versus Orientem a Plimmutho, ubi variatio, ad summum perveniens, est 13° 24′. Ab hinc rursus incipit decrescere ανατολισμος usque ad Helmshudam**) (qui locus non procul a Nortcapo Finmarchiæ dissidet), ubi iterum Septentrio vere designatur. Longitudo a Corvo Helmshudam ad 60m. gradum. In Plimmutho vero, cujus longitudo 30 graduum, maximam esse χαλυβοκλισιν. Sed ista licet his in locis aliqua ex parte vera sit, nequaquam tamen in Corvi***) insulæ Meridiano aliis in locis variatio est 13° 24′, nec in aliis Helmshudæ Meridiani partibus verum polum indicat. Nam in Meridiano transeunte per Plimmuthum in latitudine 60° variatio major est Euroborea, in*

*) Unter χαλυβοκλισις versteht K. die Abweichung von der Mittagslinie; ist sie westlich, so nennt er sie δυσισμος, östlich, ανατολισμος.

**) Die Insel Hjelmsöe.

***) Dies ist ein Druckfehler, und soll heifsen: in Plimmuthi Meridiano.

*latitud. 40° multo minor, in latitud. 20° exigua admodum. In Corvi Meridiano, etiamsi juxta insulam nulla sit variatio, in latitudine tamen 55° variatio est in Zephyroboream circiter ½ Rhombi; in latitudine 20° versus Eurum versorium inclinat ¼ Rhombi.**)

Auf derselben Seite führt er die Gedanken des *Adrian Metius* über diese Sache mit folgenden Worten an: *Porro A. Metius per observationes Nauclerorum competit in circuitu terrestris globi 8 diversas declinationes. Nam sub meridiano, ait, qui transit Corvo & Flores, a quo hodie longitudinum initium faciunt, Magnes indicat Septentrionem; ab eodem versus ortum etiam magis et magis in ortum declinat, donec perveniatur ad Pleimuthen in Anglia portum, cujus loci longitudo est 30°, ubi Magnes versus ortum declinat 13° 20′. Ab hoc loco declinatio ejus rursum diminuitur, atque deflectit pedetentim in Septen-*

*) K. fügt hinzu: ita igitur non convenienter per circulos majores et Meridianos termini variationis constituuntur, cum nullam in declinando legem servet magnes, sed erratice nunc huc, nunc illuc divagatur, decrescendo nunc in longitudinem nunc in latitudinem, nunc multum, nunc parum, prout loci conditio tulerit. Etsi multi mordicus defendant hanc proportionalem declinationem, velintque esse occultam quandam declinationum omnium correspondentiam, quam si quis noverit, facile in longitudinum orbis notitiam eum pervenire posse autumant.

Hieraus ersieht man, dafs, sowie die Neuern das Problem der Länge mit Zuziehung des Himmels gelöst haben, man damals bedacht war, selbiges mit derjenigen der Erde und ihrer magnetischen Phänomene zu lösen. Dieselbe Idee hat Euler in seinen Briefen an eine teutsche Prinzessin von neuem angeregt. Dafs man eine glückliche Anwendung davon gemacht, erhellt aus unzählichen Stellen bey Purchas. Bey dieser Gelegenheit kann ich nicht umhin, folgende Stelle aus dem Kircher anzuziehen, woraus sich ergiebt, zu welchen Hoffnungen eine auf diese Weise vollzogene Lösung des Problems damals verleitet habe, imgleichen, mit welchem Unrechte man dem Halley das Auffinden der Abweichungslinien zuschreibe. Er erzählt nämlich p. 443 in der nautica magnetica, ein gewisser Pater Chr. Burrus habe geglaubt, eine Weise der Längenbestimmung zur See erfunden zu haben, und dafür vom Könige Spaniens eine Belohnung von 50,000 Dukaten verlangt. Seine Methode wird so beschrieben: observarat is in prima in Indiam navigatione singulari diligentia in singulis locis et sub diversis Meridianis variationes magneticas, collegeratque partim per se ipsum, partim per alios, qui hoc iter tentarant, non spernendam declinationum multitudinem; deinde observatos declinationis gradus diligenter annotabat in mappa geographica, hunc in finem confecta, et per singulos homonymos gradus trahebat lineas, quas ipse vocabat tractus chalyboclíticos, atque harum linearum in mappa designatarum ope dicebat, scire se posse infallibiliter, ubinam locorum, et quantum a quolibet loco, habita declinatione, distaret &c.

trionem, donec longitudinem 60° nanciscatur, circiter promontorium Finmarchiæ, ubi Septentrionem rursum ostendit. Hinc declinare incipit a Septentrione in Occasum, et augetur, donec veniatur ad longitudinem 110° prope Novam Zemblam in insula Vuilhelmi, ubi declinatio est 55° a Septentrione in occasum: sed inde rursum minor fit usque ad longitudinem 260°), ubi septentrionem indicat tertio, et hinc rursum major fit versus ortum 20° longitud.; deinde diminuitur usque ad 260° longitud.: ubi quarto septentrionem respicit. Hinc declinatio crescit occasum versus ad 310 longitudinis gradus, atque decrescit donec ad Insulas Corvo, Flores, unde initium erat factum, redeamus.*

Seite 380 wird ein Brief des Pater *Alenisius* an *Clavius* aus Indien vom Jahre 1609 angeführt, also lautend:

Scias, Rev. Pater, quod dum ultra Aequatorem ad Promontorium bonæ Spei acceditur, minus semper nauticum acum a polo ad orientem vergere, donec tandem in Promontorio, quod vocant de las Aguglias, prorsus cum linea meridionali conveniat: dum vero cursus orientem versus continuatur, paulatim incipit acus iterum declinare, sed occidentem versus, donec e regione sinus Arabici pervenitur, ubi 20° declinatio conspicitur. Hinc vero Goam versus incipit decrescere, ita ut Goæ 16° declinet. Illud etiam observatum est, quo magis in eodem Meridiano ab Aequatore receditur, eo acum plus declinare.

Endlich wird Seite 381 ein Brief des P. *Joh. Vremonus*, Makao d. 20 Nov. 1616, angezogen, worin dieser sagt, er habe die Abweichung in Makao 1° 50′ W., in Goa dagegen etwas weniger als 16° gefunden.**)

Folgendes ist kürzlich das Resultat des obigen:

Zu Anfange des 17ten Jahrhunderts war im Atlantischen Meere, nördlich vom Aequator, die Abweichung östlich im östlichen Theile desselben gegen Europa hin, westlich aber im westlichen Theile nach Amerika zu, und = 0° bey den Azoren. Am gröfsten zeigte sich die östliche Abweichung nahe bey England, nämlich 10°. Weiter nordwärts nahm sie ab, und ward = 0° am Nordcap. Noch nördlicher ergab sich die Abweichung westlich. Gegen Nova

*) Dies mufs ein Druckfehler seyn; vielleicht heifst es 160°.

**) Beym Durchlesen dieses und des folgenden schlage man die Abweichungskarte für das Jahr 1600 auf; man wird sich um so leichter zurecht finden können.

Zembla hin, wo sie vermuthlich ihren höchsten Punkt erreicht hatte, stieg sie bis über 30°.

Im südlichen Atlantischen Meere war überall die Abweichung östlich, am gröſsten im Meridian der Azoren. Nach Amerika hin auf der einen, nach Afrika auf der andern Seite nahm sie ab, war am Eingange der Magellanischen Straſse etwa 6° östlich, und näherte sich am Vorgebirge der guten Hoffnung 0°. Am Cap de las Aguglias war die Nadel rechtweisend, zeigte weiter ostwärts westlich, und erreichte im Meridian des Persischen Meerbusens ihre gröſste Abweichung; aber gegen die Sunda-Inseln hin nahm letztere dergestalt ab, daſs die Nadel in der Nähe von Makao rechtweisend war. Im ganzen Indischen Meere ergab sich also die Abweichung als westlich.

Zu desto genauerer Bestimmung der Lage der Abweichungslinien führen wir einige Stellen aus *Purchas* his Pillgrims an.

Im dritten Theile findet sich eine Reise folgendes Titels:

The voyage of Master John Knight for the discovery of a N. W. passage &c. begun the 18th. of April 1606.

Knight führt neben dem Breitengrade des Beobachtungsortes verschiedene Abweichungen an, welche aber bey fehlender Längenbestimmung unbrauchbar für uns sind. Endlich heiſst es unterm 19 Juny: wir sahen in 56° 48′ N. Br. Amerikanisches Land, und fanden die Abweichung 25° W.

In demselben Theile steht:

The 4th. Voyage of James Hall to Greenland, wherein he was set forth by English Adventurers Anno 1612 *&c. Written by W. Baffin.*

Hier ist angegeben: Cockins Ford, 65° 20′ N. B., 60° 30′ W. L. von London, Abweichung 23° 58′ W.; Ramel Ford, 67° N. B., Abweichung 24° 16′ W. — Den 17 Aug. Burnils Cape 58° 50′ N. Br., Abweichung 13° 22′ W. — Auf der Rückreise führt er eine Menge Beobachtungen an, die aber aus eben gedachtem Grunde unbrauchbar sind. Den 6 Sept., 60° 10′ N. Br., Abweichung 6° O., Wasser 68 Faden tief. Den 8ten sahen sie die Orkneys.

Ferner stehet hier:

A true relation of such things, as happened in the fourth voyage for the discovery of a N. W. passage, performed in the year 1615, *written by W. Baffin.*

Aus diesem Berichte lassen sich folgende Beobachtungen herausheben:

Den 31 März 1615 nach den Buttons-Inseln zu Abweichung 24° W. — Den 1 Juny, geankert auf der N. W. Seite der Insel Resolution, Länge 72° W. von London, Abweichung 27° 25′ W. — Den 16 Juny, geankert bey einer Insel, N. Br. 65° 26′, L. 72° 25′ v. Lond., Abweichung 27° 46′ W.; welche Beobachtung bey einem Vorgebirge (welches sie broken Point nannten), gemacht wurde. Den 22 Juny ward, um die Zeit der Culmination des Mondes anzugeben, die Abweichung möglichst genau bestimmt; selbige fand sich nahe bey der Mühlen-Insel (Mill-Island) = 28° 50′ W.; die Länge des Standpunktes war 74° 5′ W. von London.

Ferner:

A briefe and true Relation or Journal, containing such accidents, as happened in the 5th. Voyage for the discovery of a passage to the N. W.; set forth at the charges of the right Worshipfull Sir Th. Smith, Knight; Sir Duddley Digges, Kn., Mr. John Wolstenholme, Esq., Mr. Alderman Jones, with others in the good ship called the Discovery of London, Robert Bileth, Master, and myselfe Pilot, performed in the year of our Lord 1616. *Written by Will. Baffin.*

Den 5 July 1616 sahen sie Thom. Smiths Sund, 78° N. B. — *Baffin* fügt hinzu: *the variation by divers good observations I found to be above five points or* 56° *N.* — Die Karten zu dieser und der vorigen Reise nebst den Tabellen des Journals hat *Purchas* nach eigenem Geständnisse ausgelassen.

Ferner:

The voyage of Mr. Josaias Logan to Pechora), and his wintering there Anno* 1611.

Hier wird unterm 16 Febr. 1611 erzählt, daſs die Abweichung 2 Striche (22° 30′) westlich gefunden wurde; denn die in Südost aufgehende Sonne ging gerade im West unter, und war nach dem Kompasse in S. S. W. im Meridiane.

*Later observations of Will. Gourdon in his wintering at Pustozera**) in the years* 1614 *and* 1615.

*) Der Fluſs Pezzora in Sibirien.

**) Pustozera oder Pustoserskoi, ein kleiner Flecken nahe am Ausflusse der Pezzora ins Eismeer.

Man kam an den Fluſs Rogavaya Balsha, wo die Russen ein Garodok hatten. Den 30 Dec. 1614 fand man die Breite 65° 48′, und die Abweichung 20° westlich.

Divers voyages and Northern Discoveries of that worthy irrecoverable Discoverer Mr. Henry Hudson. His Discovery towards the North Pole, set forth at the charge of certain worshipfull merchant of London in May 1607. Written partly by John Playse, one of the company and partly by H. Hudson. (III. Part p. 567).

Den 26 May Morgens (sagt *Hudson*), sahen wir die Shettländischen Inseln, und waren Mittags 6 Leagues westlich von ihnen, in 60° 12′ N. Br. Den 30 May waren wir in 61° 11′ N. Br. Heute fand ich die Nadel (die Neigungsnadel), 79° unterm Horizonte geneigt. Nachher ging die Fahrt nordwärts, zwischen Spitzbergen und Grönland, bey beständig westlicher Abweichung, da man Nachts die Sonne im nördlichen Meridian, nach dem Kompasse über einen Strich gegen Osten sah.

Second voyage of Mr. H. Hudson for finding a passage to the East-Indies by the North-East. Written by himself. (III. Part p. 574).

Purchas hat hier das Journal des Steuermanns *Robert Ivet* leider wiederum ausgelassen. Es findet sich folgende Bemerkung: *The courses observed in this Journal were by a compasse, that the Needle and the North of the Flye were directly one on another.**)

Sie segelten längs der Küste Norwegens. Unterm 20 May 1608 bemerkt *Hudson:* Mittags ward die Breite durch Observation 64° 52′ gefunden; die Neigungsnadel neigte sich zugleich 81° unter dem Horizont; wir hatten stille (*smooth*) See, meine Beobachtung war also gut. Die beyden folgenden Tage steuerten sie N. N. O.; den 22sten Nachmittags, sagt *Hudson*, rechneten wir uns in 67° N. Br.; die See war stille, die Nadel neigte sich 82°. — Den 26sten war die Breite 69° 40′; die See stille, die Neigung nahe an der Norwegischen Küste 84°. Den 5 Juny nahe am Nordcap**); die Abweichung 11° W., die

*) Die hier angeführten Abweichungen sind also wahre Abweichungen. S. Einleitung pag. 6 a.

**) Kircher, Stevin und Metius sagen, die Nadel zeige bey Hjelmsöe und am Nordcap den wahren Norden an; dies gründet sich vermuthlich auf ältern Beobachtungen, als 1600; woraus zu ersehen, daſs die Nadel sich hier gegen Westen bewegt habe.

Neigung 84½°, die See stille. — Den 7 Juny war die Neigung 86°, die N. Br. 74° 23′. Vom 7ten bis zum 17ten war der Cours östlich, meist zugleich etwas nördlich; die Abweichung blieb ungefähr eben so stark wie am Nordcap, denn unterm 17ten wird angemerkt: in 74° 54′ N. Br. stand uns die Sonne am niedrigsten (im nördlichen Meridian), etwas östlich vom Striche Nord gen Osten nach dem Kompasse (on the North and by East easterly part of the compasse); also war die Abweichung etwas über einen Strich oder 11° östlich. Den 18ten segelten sie N. O. g. O. und hatten die Sonne im nördlichen Meridian N. g. O. ½ Strich gegen Ost in 75° 24′ N. Br.; die Abweichung war also 1½ Strich westlich oder ungefähr 17°. Den 19ten fanden sie bey stiller See in 75° 22′ N. Br. die Neigung 89½°, die Abweichung wie am 18ten. — Unterm 21sten merkt *Purchas* in margine an: *Ivets Noten sprechen von einer plötzlichen Verändderung in der Abweichung von Nord gegen Ost, indem sie nun einen Strich gefunden wurde, kurz zuvor aber zwey Striche gewesen war.* Dies, zusammengehalten mit der starken Neigung von 89½° am 19ten, verdient Aufmerksamkeit. Am 22sten fanden sie bey stiller See in 74° 35′ N. Br. die Neigung 85°, und die Sonne in dem nördlichen Meridian 1½ Strich gegen Ost nach dem Kompasse. Am 23sten war die Breite 74° 18′, und die Sonne im Meridiane 2 Striche gegen Ost; am 25sten waren sie in 72° 52′ N. Br. nahe bey Nova Zembla, und hatten die Sonne im südlichen Meridian im Striche S. W. g. S.; also 5 Striche westliche Abweichung (53° 45′)*). Den 27sten waren sie am Lande von Nova Zembla, fanden durch genaue Beobachtung die Breite 72° 12′ (bey Swarte-Cliff), und hatten die Sonne im nördl. Meridian N. N. O. ½ Str. g. O.; also war die Abweichung 2½ Str. oder 28° 8′ W. — Am 29sten, als sie die Rückreise antraten, hatten sie bey stiller See 84° Neigung. Nachher war die Abweichung wieder in der Abnahme, hielt sich inzwischen lange auf 1½ Str., wie auf der Hinreise. Am 15ten July sahen sie in 70° 42′ N. Br. die Sonne im südlichen Meridiane ¾ Str. gegen West. Den 17ten Vormittags bekamen sie Wardöehuus zu Gesichte; die Abweichung muſs also in der Nähe dieses Orts ungefähr 8½° gewesen seyn.

*) Welches mit der Beobachtung des Wilh. Barentz auf der Wilhelms Insel gut übereinstimmt; siehe oben pag. 18.

Den 30sten, sagt *H.*, hatten wir die Sonne im Meridiane gerade im Süd (*we had the Sun upon the Meridian due South*); die Breite war hier 68° 46′, Lofoden lag östlich vor uns; hier war also die Abweichung = 0°.

3d. *Voyage of Mr. H. Hudson. written by Rob. Ivet of Limehouse.* (*III. Part p. 581*).

Am 5 May 1609 waren sie am Nordcap in 71° 46′ N. Br. und fanden die Abweichung 6° W.; am 23ten bey Lofoden die Abweichung = 0°; am 25ten 15 Leagues westlich von Lofoden, gleichfalls 0° Abweichung. Sie segelten darauf südwestwärts nach den Färöern, von da weiter südwestlich auf die Bufs-Insel zu (1578 von *Martin Frobisher* entdeckt), in deren Nähe sie sich am 5 Juny unter 58° 48′ N. Br. rechneten. Am vorigen Tage war die Abweichung wieder = 0°. Darauf steuerten sie auf die Bank von New-Foundland zu. Die Abweichung nahm zu, war aber westlich. Vom 2ten bis 10 July hielten sie sich bey der Bank auf, und fanden die Abweichung bey etwa 40° N. Br. von 15° bis 17°; den 20ten ward am Ende der Bank die Abweichung 17° W. gefunden. Vom 18ten bis 25ten lagen sie, 44° 10′ N. Br., in einem Flusse (Penobscot in Main?) vor Anker, Abweichung am 25sten = 10° W. — Darauf segelten sie längs dem Lande südwärts, die Abweichung nahm so ab, dafs sie den 29sten, in 42° 56′ N. Br., 5½° W., und den 2 Aug., in 41° 56′ N. Br., 0° gefunden ward (*at sunsetting we observed the variation of the compass, and found, that it was come to its true place*).

Sowohl diese beiden, als die folgenden auf letzterer Reise angestellten Beobachtungen stimmen mit allen andern keineswegs überein. *Hudson* sagt selbst, das Land habe hier auf den Kompafs gewirkt. Wir lassen deshalb das übrige aus.

Journal of a voyage made to Greenland with 6 English ships and a Pinasse in the year 1615. *Written by Will. Baffin.* (*III. Part. p. 716*).

Am 23 May, 65° 45′ N. Br., ward mit einem in London 54° neigenden Instrument die Neigungsnadel 63° 30′ unter dem Horizonte geneigt gefunden. Am 14 Juny im Hornsunde bey Spitzbergen, 76° 55′ Br., ergab sich, wenn man das Instrument gegen Norden wandte, die Neigung der Nadel unter dem Horizonte 67° 30′, allein, südwärts gekehrt, 80°. Die Abweichung, heifst

es ferner, ist 12° 14′ vom wahren Meridian; allein nach unserm gewöhnlichen Schiffskompasse 17°, da die Kompassrose 5½° gegen Ost gelegt ist *(the Compass is touched 5° and a half to the Eastward)*, und die Abweichung ist westlich. — Auf der Rückreise hatten sie am 23 July unter 69° N. Br. 1° 5′ östlicher Abweichung; den 24ten waren sie im Gesichte der Insel Röst (bey Lofoden) in 68° Breite, und hatten eine östliche Abweichung von 4° 8′. Am 25ten an der Norwegischen Küste in 67° 5′ Br. östliche Abweichung von 5° 3′; hier wird angemerkt, daſs die Abweichung beynahe nach der Construction des Kompasses war *(near to the set of our Compass)*; denn dieser war, wie oben bemerkt, bey 5½ Gr. wahrer östlichen Abweichung rechtweisend.

A voyage of Discovery to Greenland &c. Anno 1614. *Written by Rob. Fotherbye.*

Den 18 Juny ward im Maudlen Sund (vermuthlich Magdalenen Sund) im Dreyeinigkeitshafen (Spitzbergen) die Breite 79° 34′, die Abweichung 25° W. gefunden.

The voyage of Capt. George Weymouth intended for the discovery of a N. W. Passage towards China with two flyboats 1602.

Sie segelten den 4 May bey den Orkneys vorbey, und hielten nachher den Cours westwärts, wobey die Abweichung den 12ten in 57° 55′ N. Br. bis 0° abnahm. Am 16ten hatten sie in 57° 35′ N. Br. 11° westl. Abweichung; am 27ten July kamen sie an eine Straſse (Inlet) in 61° 40′ N. Br. (*Purchas* vermuthet Forbishers Straſse), und fanden die Abweichung 35° W., die Neigung 83½° unter dem Horizonte. Darauf segelten sie gen Süd, und sahen am 10 August Amerikanisches Land, wobey sie die Abweichung 22° W. fanden; an derselben Küste hatten sie den 15ten in 55° 31′ N. Br. eine westliche Abweichung von 17° 15′, und am 16ten in 55° Br. von 18° 12′.

James Hall his Voyage forth of Denmark for the Discovery of Greenland in the year 1605.

John Cunningham, ein Schotte, war Capitain und Anführer der ganzen Flotte, *Hall* erster Steuermann. Auf dem andern Schiffe war *Godskaio Lindenose (Godske Lindenow?)* Capitain, und *Peter Kjelsen* Steuermann. Sie segelten den 2 May 1605 von Kopenhagen (Copeman-haven). Den 6 May

Google

waren sie bey Lindesnäs, die Abweichung 7° 10′ O. vom *wahren* Norden findend. Am 15 May ergab sich zwischen den Inseln Foote, Faire und Svinburne-Head (Shettländische Inseln) nach einer genauen Beobachtung, dafs die Nadel 60° 10′ (soll wohl heifsen 6° 10′) vom wahren Norden abweiche; die Breite war 60° 10′. — Den 30 May bey Cap Christian auf der Küste von Grönland die Abweichung 12° 15′ W.

The second voyage of Mr. James Hall forth of Denmark into Greenland in the year 1606.

In der Nähe Amerikas nahm die westliche Abweichung zu, und fand sich am 10 July im Angesichte des Landes in 60° 16′ N. Br. 24° W. vom *wahren* Norden. Den 14 July richteten sie den Cours gen Nordost, über die Davis-Strafse nach Grönlands Westküste zu segelnd, auf welcher Fahrt die Abweichung etwas abnahm, sich jedoch zwischen 23° und 24° hielt. Den 1 Sept. verliefsen sie die Insel Frost an der Westküste Grönlands, segelten S. O. g. S. und fanden in 58° Breite die Abweichung 10° 50′ W. — Die folgenden Tage ging der Cours gen Ost, wobey die Abweichung beständig abnahm. Am 10ten ward sie in 59° 10′ N. Br. 1° 4′ O. gefunden. Den 18ten bekamen sie die Färöer zu Gesichte.

Aus dem Angeführten lassen sich folgende Schlüsse ziehen:*)

a) *Die Linie ohne Abweichung*, welche im Jahre 1600 die Azorische Insel Flores durchschnitt, ist (wie man aus *Hudsons* Beobachtungen auf seiner zweyten Reise den 30 July 1608 bey Lofoden, und auf seiner dritten den 3 Juny 1609 in der Nähe der Bufs-Insel**) ersieht), von da gen Nord, in der Nähe der Ostküste Islands etwas westlich, und darauf durch die Insel Lofoden bey Norwegen gegangen. Nördlich von letzterer fand man die Abweichung westlich, südlich bey der Insel Röst 4° 8′ östlich. Hierauf mufs sie sich in Lappland gen Süd gewendet haben, denn längs der Nordküste Norwegens, vom Nordcap bis Wardöehuus, war dieselbe ungefähr 6° westlich.

*) Siehe die Karte für 1600.

**) Breite 67¼° N., Länge 27° W. von Greenwich.

b) *Die Linie von* 10° *westlicher Abweichung* ging etwas östlich von der Südspitze Grönlands, denn bey Cap Christian an der Grönländischen Küste fand *J. Hall* den 30 May 1605 die Abweichung 12° 15′ W.; bey der Bären-Insel (Bear Island oder Cherrie Island) in 74½° N. Br. und ungefähr 15° O. L. v. Lond. *Wilhelm Berentz* den 9 Juny 1596 die Abweichung 13° W.; und *Jonas Poole* ebendaselbst, den 8 May 1610, 13° 30′. Also hat sich die Linie von 10° W. Abw. hier nach Ost gewendet, und ist etwas südlich von letztgedachter Insel gegangen. Weiter gen Ost muſs sie sich südwärts gewendet und das weiſse Meer durchschnitten haben; denn auf der Rückreise von der zweyten Reise fand *Hudson* den 15 July 1608 in der Nähe von Wardöehuus die Abweichung ¾ Strich oder etwa 9° W.

c) Je weiter in die Hudsons-Straſse hinein, desto mehr nahm die westliche Abweichung zu. Auf der Amerikanischen Seite, bey den Buttons-Inseln, fand *Baffin* dieselbe, den 31 May 1615, 24° W.; auf der Grönländischen Seite im Cockins Fjord (65° 20′ N. B., 60° 30′ W. L. v. Lond.), = 23° 58′. *Eine Abweichungslinie von* 20° ging also nothwendig durch Labrador, etwas südlich von den Buttons-Inseln, nordöstlich durch die Davis-Straſse, etwas nördlich von Godthaab gegen die Ostküste Grönlands hin. Hierauf muſs sie sich gen Ost gewendet und Spitzbergen durchschnitten haben; denn im Jahre 1610 fand *Poole* bey Spitzbergen, 78° 27′ N. Br., die Abweichung 22½° W., und in der Kreuz-Rheede (Cross-Road) an der nordwestlichen Küste, 79° 15′ N. Br., 18¾° W. — Endlich zeigte sie sich dem *Fotherbye* am 18 Juny 1614 auf Spitzbergen, im Magdalenen-Sund und zwar im Dreyeinigkeitshafen, 79° 30′ N. Br., = 25° W.; diese Linie hat demnach Spitzbergen ungefähr in 78° Br. durchschnitten. Weiter östlich muſs sie sich gen Süd gewendet haben; denn *Hudson* fand an der Küste von Nova Zembla die Abweichung über 2 Striche (22½°), *J. Logan* in Petschora, den 16 Febr. 1611, 2 Str. oder 22° 30′ W., und *W. Gourdon* in Pustozerskoi, 65° 48′ N. Br., den 30 Dec. 1614, = 20° W.; letztere beide Ortschaften liegen aber ungefähr 69½° O. vom Meridian von Ferro, oder 52° O. von Greenwich am Auslaufe des Flusses Peczora. Weiter nordöstlich, längs der Küste von Nova Zembla, nahm die westliche Abweichung

dergestalt zu, daſs der Holländer *W. Berentz* dieselbe den 3 July 1594 bey der Wilhelms-Insel über 30° fand. Auch in der Baffinsbay nahm sie, je weiter man nordwestwärts kam, zu, und dem *Baffin* zeigte sich, (wie oben angeführt), in Thom. Smiths Sund die Nadel als 56° W. abweichend.

d) Nahe bey England ist die östliche Abweichung auf dem höchsten Punkte gewesen; denn an der Küste Norwegens, 67° 5′ N. Br., fand sie *Baffin*, den 25 July 1615, 5° 3′, und *Hall* bey den Shetländischen Inseln 6° 10′. Bey London bemerkte sie *Burrows*, den 16 Oct. 1580, 11° 15′ 0″, und *Gunter* ebendaselbst, im Jahre 1622, 5° 56′ 30″. Im Jahre 1600 ist sie also etwa 9° gewesen. Bey Lindesnäs fand *Hall* sie den 6 May 1605, 7° 10′. In Kopenhagen war sie im Jahre 1649, 1° 30′ O., und bey der jährlichen Abnahme läſst sie sich für 1600 zwischen 5° und 6° anschlagen. Im letzten Viertel des 16ten Jahrhunderts war sie sowohl in Irland als England sogar über 10°, wie aus verschiedenen ältern Angaben beym *Kircher* hervorgeht, wo sie in Plymouth auf 13° 24′ angegeben wird. Solches scheint ein Maximum östlicher Abweichung an letzterem Orte gewesen zu seyn; denn 1600 hatte sie schon merklich abgenommen.

Zur Bestimmung des Laufes der Abweichungen im südlichen Theile des Atlantischen, wie auch im Indischen Meere, mögen folgende Anführungen dienen:

William Cornelisen Schouten aus Horn fand den 3 Nov. 1615 bey der Insel Martin Was 20° S. Br., Abweichung 12° O. Den 21 desselben Monats war in 38° 25′ S. Br. die Abweichung 17° O. Am 31 Jan. 1616 passirte er Cap Horn. Den 1 Febr. segelte er N. W. und W. N. W., den 2ten südwärts, und fand in 57° 58′ S. Br. die Abweichung 12° O. Den 4ten zeigte sich die Breite 56° 43′ S. und die Abweichung 11°; am 12ten lag die Magelhaens-Straſse gerade im Osten. Demnach war zu Anfange des Jahres 1616 in der Nähe des Feuerlandes, etwas südwestlich vom Cap Horn, die Abweichung 11 bis 12° O.

Am 3 März verlieſs er die Insel Juan Fernandes in 33° 40′ S. Br., richtete seinen Cours N. W. b. W. und passirte bey nordwestlichem Cours den

Wendekreis des Steinbockes. Hierauf, und zwar bis zum 15ten, war der Cours N. N. W., alsdann kam *Schouten* in 18° Br., und veränderte ihn auf West. Am 3 April, als am Ostertage, zeigte sich in 15° 12′ S. Br. die Abweichung 0°. Am 10 April gelangte er an die Hundsinsel (*Dogs Island*), etwa 157° W. von Greenwich in 15½° S. Br. Vom 3 bis 10 April, d. h. sieben Tage lang, war der Cours gerade westlich gewesen. Setzt man nun seine Fahrt zu 1° täglich, so ist es einleuchtend, daſs im Jahre 1616 die Abweichung in der Südsee in 15° S. Br. und 150° W. L. von Greenwich = 0° war.

Capitain *John Davis*, damals Lothse auf einem Holländischen Schiffe, fand im Canal Maldivia in 14° 15′ N. Br. die Abweichung 17° W.

Capitain *James Lancaster*, der die erste Reise auf Kosten der Ostindischen Gesellschaft im Jahre 1600 machte, fand am 26 Nov. 1601 bey der Insel St. Laurence (Madagaskar), etwas östlich vom Cap San Sebastian, die Abweichung 16° W., und in der Augustins-Bay 15° 30′ und 15° 26′ W.: Beobachtungen, welche er selbst als gut ausgiebt.

David Middleton fand auf seiner Reise nach Bantam und den Molukken im Schiffe *Consent* den 27 August 1607 in 24° 40′ S. Br., Angesichts von Madagaskar, welches in N. W. lag, die Abweichung 16° 23′, und bey der Insel Inganna (in der Nähe der Sunda-Straſse) selbige 4° 15′ W.

William Keeling bemerkte auf seiner Reise nach Bantam am Cap las Agulhas den 22 Dec. 1609 eine geringe Abweichung. Er beobachtete nämlich den Sonnenuntergang in 35° 26′ S. B. und fand ihren Azimuth 28½° Süd vor West; wornach sich die Abweichung berechnen läſst. Bey Sierra Leona in 8° 56′ N. Br. fand er die Abweichung 1° 50′ O.

Im dritten Theile des *Purchas* steht eine Abhandlung von *Davis* folgendes Titels:

A Ruler or briefe Direction for readie Sailing into the East India digested into a plain method by Master John Davis of Limehouse upon experience of his five Voyages thither and home again.

Diese Reisen sind zwischen 1601 und 1611 vorgenommen. Die Abhandlung enthält manche gute Beobachtungen, die meistentheils in der alphabeti-

schen Tabelle*) eingerückt sind. Ueberdies finden sich darin noch folgende Bemerkungen:

Sal, eine Insel des grünen Vorgebirges, liegt unter 10° 30′ N. Br., 12° 12′ W. von Lizard. Die Abweichung daselbst zeigt sich 5° 30′ O. Auf halbem Wege zwischen dem Meridian des Cap Verde und letzterer Insel im 9° N. Br. ist die Abweichung 2° 15′ O., und je näher dem Lande, desto geringer.

Unterm Aequator im 10° der Länge von Lizard ist die Abweichung 6° 10′ O., im 14° der Länge 6° 45′. In 20° S. Br. zeigt sie sich 15° O. und weiter westwärts 14°, wobey der Verfasser bemerkt, daſs ihre Abnahme und Zunahme sich nicht nach der Länge richtet *(it keepes no method in Easting or Westing)*.

Zwischen der Saldanha-Bay am Cap der guten Hoffnung und der Brasilischen Küste ist die Abweichung 20°; mehr oder weniger, je nachdem man weiter südlich oder nördlich geht. Die gröſste Abweichung zeigte sich in 33° 30′ S. Br., und 7° 30′ W. von Lizard, oder 55° 30′ W. vom Cap der guten Hoffnung, nämlich 21° gegen Ost.

Im 25° S. Br., Angesichts von Madagascar, ist die Abweichung 16° 0′ W. Läuft man nordwärts längs dem Lande nach dem St. Augustins Flusse hin, so findet man in 23° 30′ S. Br. die Abweichung 15°. Auf der Ostseite Madagascars ist im Parallelzirkel 11° S., und zwar bey der Insel Roquepiz, die gröſste Abweichung 23° 40′ W. Südlich von derselben ist im Parallelzirkel 27° oder 28° S. Br. die gröſste Abweichung 26° 0′ W., und im Parallelzirkel 30° S. ist das Maximum 27° 20′.

Im *Purchas* treffen wir ebenfalls auf folgende Reise:

Extracts of the Journal of Capt. Nicholas Daunton, who was employed chief Commander in the second Voyage set forth for the joined Stockes in the East Indies &c.

Mittwochs den 15 Juny 1614 ankerte er auf der Saldania-Rheede. Den 29ten schickte er *George Daunton* ans Land, um sowohl dieses Ortes Breite als Abweichung zu beobachten; und dieses nun, wie er sagt, "in Betracht

*) Siehe Anhang Tab. I.

des grofsen Unterschiedes in der Abweichung, wahrgenommen zwischen unsrer vorigen Reise im Schiffe *Pfefferkorn* 1610 (von welcher wir im Anhange die Beobachtungen angeführt haben), und der gegenwärtigen". Die Breite ward 54° 0′ und die Abweichung 1° 45′ W. durch einen Azimuth gefunden, wogegen meist alle früheren sie östlich fanden.*) Dieselbe Bemerkung lieset man in *Thomas Roes* Aufzeichnungen auf seiner Reise im Jahre 1614, dafs er nämlich zweifelhaft sey, ob in der Saldania-Bay die Abweichung sich östlich oder westlich ausweise; doch glaubt er, sie sey 0° 50′ W.

Capitain *Colthurst* beobachtete auf seiner Reise nach Bantam im Schiffe *die Himmelfahrt*, 1604-1605, bey einigen versunkenen Felsen im Indischen Meere in 31° 48′ S. Br. die Abweichung 21° W., und bey St. Helena in 16° 0′ S. Br. 7° 45′ O.

Mit Hülfe dieser und einiger andern Beobachtungen, welche, etwa vom Jahre 1600, im Anhange Tab. I. und Tab. III. stehen, bestimmen wir nun den Gang der Linien im Atlantischen und Indischen Meere etwas genauer. Wir fangen mit der für die Azoren gefundenen Linie ohne Abweichung an.

In der Tabelle der Abweichungen, befindlich in der zweyten Ausgabe der Schrift *Eduard Wrights: Certain errors in Navigation &c.*, welche auch in *Kirchers Magnes* abgedruckt steht, ist für die Westindischen Inseln Trinidad, Marguerite, St. Croix und andere die Abweichung zu 0° angesetzt. Dies, zusammengehalten mit der oben angeführten Beobachtung *Schoutens* in der Südsee, hat mich veranlafst, diese Linie durch die Insel Trinidad bey Amerika, durch den nördlichsten Theil Südamerikas und ein Stück in die Südsee hinaus fortzusetzen, wo sie sich vermuthlich wieder nordwärts gewendet hat. In der Einbiegung, welche diese Linie macht, also in ganz Nordamerika und einem Theile des nördlichen stillen Meeres, scheint eine westliche Abweichung statt gefunden zu haben; denn in obgedachter Tabelle bey *Wright* finden sich folgende Angaben:

Am Cap la Vela in 11° 50′ N. Br. und etwa 72° Länge westlich von Greenwich, 7° W. Abweichung, und bey der Stadt am Rio de Hacha in 11°

*) Es ist also deutlich, dafs Daunton schon die Veränderung der Abweichung wahrnahm.

20′ N. Br., welche ungefähr ½ Grad westlicher liegt, 7° 36′ W. Abweichung; am Cap St. Antonio auf der Westseite Cubas in 22° 0′ N. Br. 15° 0′ W. Abweichung. Nördlich vom Cap Florida in 28° 0′ Br. 15° 0′ W. Abweichung; u. s. w.

Am östlichen Eingange in die Magelhaens-Straſse wird beym *Kircher* (im Appendix zur 2ten Ausgabe) die Abweichung auf 5½° O., und in der Straſse selbst auf 5° angesetzt. Als Beobachter führt er *Davis* an, vermuthlich eben denjenigen, welcher mit *Thomas Candish* oder *Cavendish* im Jahre 1586 reisete; von welcher Zeit bis zum Jahre 1600 die östliche Abweichung in der Straſse merklich zugenommen haben muſs, wie denn solches auch aus den Beobachtungen *Schoutens* im Jahre 1615, welcher an der Westseite der Straſse eine östliche Abweichung von 11°-12° fand, sichtlich ist. Aus diesem Grunde ist die Linie von 10° durch das Feuerland gezogen.

Der andere Ast der Linie ohne Abweichung, welcher Norwegen bey Lofoden durchschnitt, muſs fast mitten durch das Mittelmeer gegangen seyn; denn in Rom giebt nach eigenen Beobachtungen *Kircher* die Abweichung auf 2° 45′ O. an. Weiter ostwärts, sagt er, ist dieselbe noch geringer, und endlich bey Constantinopel*), auf Morea und Candia 0°; aber noch weiter östlich zeigt sich die Abweichung westlich, so daſs *Joh. Gravius*, ein Engländer, sie in Alexandrien im December 1638 5° 45′ W. fand. Man sieht leicht, daſs die Linie von hier durch das Cap de las Aguglias fortgesetzt werden müſse.

Der Lauf der übrigen Linien läſst sich aus den angeführten Beobachtungen leicht beweisen.**) Hier nur noch einige Beobachtungen aus der Wrightischen Tabelle, um den Lauf der zweyten Linie ohne Abweichung zu bestimmen:

Bey Priaman auf der Westseite Sumatras, 0° 22′ S. Br. war die Abweichung 5° 40′ W., bey Bantam auf Java 5° 0′ und 4° 50′ W., bey Madura ebendaselbst in 6° 50′ S. Br. 2° 30′ W., an der Nordostspitze der Insel Bali in 8° 30′ S. Br. 5° 0′ O., bey Banda in 4° 50′ S. Br. 4° 45′ O.

*) Die Nadel ist *ακλινος*.

**) Anhang Tab. III. die 6 ersten Nummern.

Nun fand *John Saris* in der Nähe von Hainan die Abweichung = 0° 50′ W.; und *Kircher* setzt sie bey Makao oder Pedra Blanca auf 0°. Von hier ist also die Linie ohne Abweichung südlich durch Borneo und etwas östlich von der Ostspitze Javas, wo sie 2° 30′ W. war, zu ziehen.

Bey der östlichsten der Molukken bemerkte *Saris* die Abweichung 5° 20′ O., südöstlich von Likeo ebenfalls fast 5° O., endlich zufolge einer genauen Beobachtung auf der Insel Firando bey Japan 2° 50′ O. Dies, verbunden mit der Wrightischen Angabe der Abweichung auf der Insel Banda auf 4° 45′ O., begründet die Lage der Linie von 5° O. Abweichung im Chinesischen Meere.

Die übrigen Abweichungskarten sind nach den in der Einleitung angeführten Beobachtungen construirt. Hier sind die Hülfsmittel so zahlreich und gut, daſs, da die Prüfung derselben mit Hülfe der Tabelle No. III. niemanden schwer fällt, ich es für überflüssig gehalten habe, etwas zum Beweise ihrer Genauigkeit anzuführen. Insonderheit kann ich die drey letztern, nämlich für 1770, 1787 und 1800, als sehr genau auszeichnen. Sie können mit vielem Nutzen zu Längenbestimmungen an Orten gebraucht werden, wo der Lauf der Abweichungslinien sich der Richtung Ost-West nicht allzu sehr nähert, oder, parallel mit dem Aequator (wie im Indischen Meere) läuft; denn hier kann man, ohne Veränderung der Abweichung, seine Länge bedeutend verändern.

B. Von der Bewegung der Abweichungslinien.

Vergleicht man die Karte für 1600 mit der Karte für 1700, so ergiebt sich, wenigstens nördlich vom Aequator, nicht die mindeste Aehnlichkeit; und schwer ist es zu begreifen, wie das eine System von Linien in das andere übergegangen seyn könne. Wie sehr bedauere ich, daſs ich keine Data habe erhalten können, um eine Karte für irgend einen Zeitpunkt zwischen den Jahren 1600 und 1700 zu construiren. Es wäre anziehend gewesen, die gradweise Bewegung der Linien zu verfolgen; aber diese Epoche von hundert Jahren ist zu lang und die Veränderung der Abweichung um das Jahr 1600 zu groſs, um, wenigstens ohne Schwierigkeit, den Bewegungen der Linien nachgehen zu können. Inzwischen bin ich versichert, durch genaue Erwägung

und Vergleichung mit den neuern Karten der Wahrheit ziemlich nahe gekommen zu seyn.

Die erste Linie ohne Abweichung im Jahre 1600 besteht aus zween Aesten, einem östlichen und einem westlichen. Beide bilden in der Mitte (in 20° und 50° N. Br.), wo sie sich am nächsten sind, eine Einbiegung. Sie fällt füglich in folgende vier Theile: *den nordöstlichen Zweig*, von Lappland bis mitten in Afrika hinein, zum 20° N. Br.; den *südöstlichen Zweig*, von diesem Punkt südwärts durch das Cap de las Aguglias; den *nordwestlichen Zweig* von Lappland bis 50° N. Br.; und den *südwestlichen Zweig* von hier durch das nördliche Südamerika bis an die Südsee.

Das System der östlichen Abweichung, eingeschlossen zwischen den beiden nördlichen Zweigen, hat sich in der Folge nordostwärts in das nördliche Asien hinein bewegt, wo man es auf den Karten für 1770 und 1787 wiederfinden wird. Die westlichen Abweichungslinien bey Island und Grönland haben sich nach Südost hinabgezogen und in Europa und den angränzenden Meeren die Stelle des erstern eingenommen.

Das System der östlichen Abweichung hingegen, eingeschlossen zwischen den beiden südlichen Zweigen, hat sich südwestwärts nach der Südspitze Amerikas hinbewegt. Nachgefolgt sind die westlichen Abweichungslinien im Indischen Meere und haben sich gleichfalls südwestlich gegen das Vorgebirge der guten Hoffnung geschoben.

Während sich diese beiden Liniensysteme von einander entfernten, näherten sich die Buchten der Linien ohne Abweichung einander immer mehr und mehr, und scheinen sich um die Mitte des 17ten Jahrhunderts nahe am grünen Vorgebirge in Afrika erreicht zu haben. Dadurch erfolgte die Vereinigung der beiden südlichen Zweige, und so entstand *Halleys* Linie ohne Abweichung im Atlantischen Meere. Auch die beiden nördlichen Zweige vereinigten sich und bildeten eine in sich selbst zurücklaufende krumme Linie, die noch das in Sibirien sich findende kleine System östlicher Abweichung einschliesst. Zugleich traten die westlichen Abweichungslinien im nordwestlichen Atlantischen Meere mit den westlichen Abweichungslinien in Afrika und dem Indi-

schen Meere in Verbindung, mit welchen sie auch seitdem ein zusammenhängendes System gebildet haben.

Führt man die Abweichungslinien für 1700 auf die Karte für 1600, und bemerkt die Punkte, wo sich die gleichbenannten Linien beider Jahre schneiden, so erhellet, dafs durch diese Punkte eine krumme Linie sich ziehen lasse, in welcher demnach die Abweichung in diesen hundert Jahren unverändert dieselbe gewesen ist, oder wenigstens gleich viel zu- und abgenommen hat. Eine solche Linie geht von Labrador durch das Atlantische Meer und die Brasilische Küste; eine andere durch den Persischen und Arabischen Meerbusen und Madagascar.*) Die erste dieser Linien wird von der Linie ohne Abweichung in zwey Theile gesondert, von denen der nördliche in dem Systeme der westlichen, der südliche in dem Systeme der östlichen Abweichung liegt. Auf der rechten (östlichen) Seite des nördlichen Stückes hat die westliche Abweichung *zu*-, auf der linken aber *abgenommen*. Auf der rechten Seite des südlichen Theiles nahm die östliche Abweichung ab, auf der linken zu. Allgemein ausgedrückt: die magnetische Direction (Stand der Magnetnadel) hat sich auf der ganzen östlichen oder rechten Seite der erwähnten Linie nach West (wobey die westliche Abweichung zu-, die östliche abnimmt), und auf der westlichen oder linken Seite nach Ost gedrehet (wobey die östliche Abweichung zu-, die westliche abnimmt). Hieraus folgt ebenfalls, dafs die westlichen Abweichungslinien im Atlantischen Meere sich um ihre Schneidepunkte mit erwähnter Linie, wie um unbewegliche Mittelpunkte, gedreht haben müssen, bey welcher Drehung sie sich in der Direction, welche man *mit der Sonne* nennt, bewegt haben; d. i. die nordöstlichen Enden haben sich gegen Süd, die südwestlichen bey Amerika nach Nord gedreht. Dieses ist aus einer Vergleichung beider Karten leicht ersichtlich. Hieraus folgt, dafs jede Abweichungslinie eher die nordwestlichen, als südöstlichen**) Punkte Europas trifft. Zugleich leuchtet ein, dafs es der nordwestliche Zweig der Linie ohne Abweichung war, welcher 1657 durch London, und 1666 durch Paris ging.

*) Man sehe die zwey punktirten Linien auf der Karte für 1600. Die letzte hat schon **Halley** bemerkt.

**) Bestätigt durch London und Paris.

Ferner verdient bemerkt zu werden, dafs *sich sämmtliche Linien in der nördlichen Halbkugel ostwärts, in der südlichen westwärts bewegen.*

Trägt man die Abweichungslinien für 1756 auf die Karte für 1700, und ziehet Linien durch die Punkte, wo sich die gleichbenannten Linien schneiden, so bekommt man wiederum Linien, in denen die Abweichung von 1700 bis 1756 unverändert gewesen ist.*) Es fällt in die Augen, dafs die Linie bey Amerika nicht sonderlich von derjenigen verschieden ist, in welcher die Abweichung von 1600 bis 1700 unverändert war. Im Indischen Meere bildet, wie der Augenschein lehrt, diese Linie, worin die Abweichung von 1700 bis 1756 beständig verharrete, eine ziemlich regelmäfsige Krümmung, indem sie von dem Arabischen Meerbusen durch Madagascar bis etwa 45° S. Br., hierauf nördlich, und durch die Sunda-Strafse nach China läuft. An allen innerhalb der Biegung dieser krummen Linie liegenden Orten nahm die westliche Abweichung ab, an allen aufserhalb derselben liegenden hingegen zu.

Was die Abweichungskarte für 1770 anlangt, so findet sich für dasselbe Jahr eine Karte von *Lambert***) *in Bodes astronomischem Jahrbuche für* 1779. Diese ist theils unvollständig, theils hin und wieder offenbar unrichtig. So ist z. B. die Linie ohne Abweichung im weifsen Meere mit der Linie ohne Abweichung bey den Sunda-Inseln in Verbindung gesetzt; auch glaubte *Lambert*, im ganzen östlichen Asien sey die Abweichung östlich. Dies ist unrichtig; denn *Johannes Islenieff****) fand am $\frac{3}{14}$ Oct. 1768 die Abweichung in Jakutzk 5° 15′ W., und im folgenden Jahre den $\frac{11}{22}$ Juny 5° 0′ W. *Lambert* hat sich zu diesem Irrthume wahrscheinlich von *Wolfg. Ludw. Kraft* verleiten lassen, welcher in seiner *Expositio declinationis magneticae in variis Imperii Russici regionibus observatae*****) von dieser Beobachtung des *J. Islenieff* sagt: in *observatione Jakutiensi errorem calami irrepsisse puto, eamque orientalem esse*

*) Da die Abweichungslinien bey Amerika auf der Karte für 1756 fehlen, so sind hier die Linien von 1770 gebraucht worden. Die punktirte Linie bezeichnet also hier den Strich, wo die Abweichung zwischen 1700 und 1770 unverändert gewesen ist.

**) Eine Copie dieser Karte sieht man in Gehlers physik. Wörterbuche, 1. Theil.

***) Nov. Comm. Petrop. Tom. XIV. pars 2, pag. 268.

****) Ibid. T. XVII. H. p. 52. M. pag. 695.

suspicor; id quod lineas magneticas earumque ductus intuenti statim patebit. Dieser Aeufserung wegen hat nun *Lambert* die Linie für 5° östlicher Abweichung durch Japan und Jakutzk gezogen. Mit welchem Unrechte indessen solches geschehen sey, ist durch die Beobachtungen des Etatsrathes *Schubert* vom Jahre 1805 in Sibirien sattsam dargethan; denn letzterer fand östlich von Tobolsk die östliche Abweichung wieder abnehmend und bey Irkutzk = 0° 32′ O. Noch mehr erhellet dies aus Comm. *Billings* Beobachtungen, welchem sich 1788 die Abweichung in Jakutzk 2° 0′ W. zeigte. Um hierin Rath zu schaffen, liefs *Le Monnier* in seinen *Loix du Magnetisme* gedachte Abweichungslinie sich bey Neuholland in zween Zweige theilen, von denen der eine fast so, wie *Lamberts* Linie ohne Abweichung, der andere dicht bey Kanton vorbey, durch das Japanische Meer, nordwärts und somit in das Eismeer läuft. Aus den in der Tabelle No. I. angeführten Abweichungen in Sibirien lassen sich beide Vermuthungen leicht widerlegen.

Aus *Krusensterns* und *Broughtons* Beobachtungen ergiebt sich, dafs diese westliche Abweichung im nordöstlichen Asien weiter ostwärts gerückt ist. So war sie im Jahre 1800 auf der Insel Japan, im Meerbusen von Korea, auf der Insel Jesso und im westlichen Theile des Ochotzkischen Meeres, wie auch die Karte für 1800 ausweiset, westlich.

In der Südsee sind die Linien für die östliche Abweichung unregelmäfsiger, als die westlichen Abweichungslinien auf unserer Seite der Erdkugel. Ferner zeigt sich die östliche Abweichung in der Südsee nicht so grofs, als die westliche Abweichung auf der östlichen Halbkugel; denn die Abweichungslinien, welche sich kreuzen (*Euler* nennt sie Linien der *zweyten Ordnung*) gehören in der Südsee einer östlichen Abweichung von 10° bis 11°, hingegen die sich kreuzenden Linien in Afrika einer westlichen Abweichung von beynahe 18° an. So ist auch die gröfste östliche Abweichung unter dem Aequator in der Südsee, im Meridian des 175sten Grades östlich von Greenwich, = 11°. Die gröfste westliche Abweichung unterm Aequator zeigte sich 1787 in 15° O. L. v. Greenwich, nahe bey Guinea gegen 19°; im Jahre 1800 hat sie an demselben Orte sogar 20° überschritten. Endlich ist es eine Eigenheit des Abweichungssystems in der Südsee, dafs die östliche Abweichung von der Westküste Süd-

amerikas an bis zum Meridian 120° W. von Greenwich, wo sie etwas geringer als 2° O. ist, abnimmt; nachher bis zum Meridian von Neuseeland, 175° O. von Greenwich, zunimmt; wenn man sich aber Neuholland nähert, wieder abnimmt. Auf der Karte für 1787 sieht man an dieser Stelle eine mit 2° O. bezeichnete Linie, welche sich zu Anfange des verwichenen Jahrhunderts weiter nördlich nach Kalifornien erstreckt hat; denn *Anson* fand die Abweichung in Acapulco, wo sie nun über 7° O. ist, im Jahre 1744 = 5° O. Dasselbe zeigen *Roger Woodens* Beobachtungen im Jahre 1709.*) In diesem Striche, jedoch südlich vom Aequator, war es auch, wo *Schouten* 1616 die Abweichung = 0° bemerkte.**) Hier ist vermuthlich in einer früheren Periode eine geringe westliche Abweichung gewesen, welche aber nachgerade verschwunden ist. Dies vermuthete auch *Halley* aus der Abnahme der östlichen Abweichung westlich vom Feuerlande. Zu seiner Zeit war sie aber gewifs schon verschwunden.

Schliefslich mufs ich bemerken, dafs sich die Abweichung in der Südsee nur sehr langsam verändert. Diese jährliche Veränderung der Abweichung ersieht man aus der Tabelle I. im Anhange unter der Rubrik: *Jährliche Veränderung.*

*) Gemelli Carreri fand im Jahre 1693 am Cap Mendocino die Abweichung 2° O.

**) Siehe oben S. 28.

Zweytes Hauptstück.

Von den Neigungslinien und der magnetischen Kraft.

Die Eigenschaft der Magnetnadel, vermöge welcher sie, nur von der magnetischen Kraft der Erde bewegt, eine Lage annimmt, welche nach der Lage des Ortes gegen die Magnetpole einen gröſseren oder kleineren Winkel mit dem Horizonte macht, wurde bekanntlich von *Robert Normann*, einem mathematischen Instrumentmacher in einer Vorstadt Londons, entdeckt. Dieser fand nämlich im Jahre 1576, daſs sich jene 71° 50′ unter den Horizont neigete. Um die Genauigkeit der mit einem solchen Instrumente gemachten Beobachtungen gehörig zu beurtheilen, ist es nothwendig, zuförderst seine Construction zu betrachten. MANB (Fig. 1) stelle die Fläche der Nadel vor; man denke sich eine Fläche MCN lothrecht auf der Fläche MANB, welche die Nadel in 2 congruenten und gleichschweren Seiten MANC und MBNC (der Kürze halben Seiten A und B) theilt; und gleichfalls auf der Fläche MCN, wie auf MANB, eine Fläche ACB lothrecht, welche die Nadel in 2 congruente und gleichschwere Enden MAB und NAB (man nenne sie Enden M und N) theilt. Diese beiden Flächen durchschneiden einander in einer Linie, die durch den Punkt C geht, und lothrecht auf der Fläche MANB steht. Der Cylinder, um den die Nadel sich drehen soll, muſs so eingesetzt seyn, daſs seine Axe mit diesem Perpendikel durch den Punkt C zusammenfällt. Je mehr sich die Construction einer Nadel dieser Idee nähert, desto vollkommener ist sie. Da sich aber nicht erwarten läſst, diese Forderung je vollkommen erfüllt zu sehen, und eine geringe Abweichung bedeutenden Einfluſs auf die Lage der Nadel haben kann, so ist es wichtig, diese Sache etwas genauer zu betrachten. Die Linie MN heiſse die *Längen-Axe;* AB die *Queer-Axe;* der Punkt C der *Schwer-Punkt;* die lothrechte Linie durch C, der *Perpendikel durch den Schwerpunkt;* die Axe des Cylinders, um den die Nadel sich drehet, die *Umdrehungs-Axe.* Fällt nun die Umdrehungsaxe mit dem Perpendikel durch den Schwerpunkt zusammen, so ist die Nadel, wie gesagt,

Digitized by Google

vollkommen; sie ist für jede Lage gleichgültig, und wird vor der Magnetisirung in jeder Lage ruhen; aber nach derselben werden die magnetischen Kräfte der Erde das Einzige seyn, was sie beweget, und ihre Lage wird demnach die wahre magnetische Neigung angeben. Fallen dagegen beide Axen nicht zusammen, so sind drey Fälle möglich:

1) Lieget die Umdrehungsaxe in der Queeraxe AB, aber z. B. näher bey A; so wird die Nadel, ehe sie magnetisirt wird, nur in *einer* Lage ruhen können, nämlich der *horizontalen*, wenn die Seite B abwärts gekehrt ist.

2) Lieget die Umdrehungsaxe in der Längenaxe MN, aber z. B. näher bey N.; dann wird auch die unmagnetische Nadel nur in *einer* Lage ruhen können, nämlich der *vertikalen*, wenn das Ende M abwärts gekehrt ist.

3) Lieget die Umdrehungsaxe außerhalb der beiden benannten Axen; dann wird die Nadel, ehe sie magnetisirt wird, nur in einer schiefen Lage ruhen, wenn eine Vertikallinie von der Umdrehungsaxe gleichfalls durch den Schwerpunkt geht. MCN (Fig. 2) sey die Längenaxe, AB die Queeraxe, C der Schwerpunkt, die Linie Cc die Entfernung zwischen dem Perpendikel im Schwerpunkte C und der Umdrehungsaxe c; cV sey eine Vertikallinie. Man nenne die Linie Cc die *Schwere-Linie* der Nadel, den Winkel CcV, den sie mit der Vertikallinie bildet, den *Schwere-Winkel*; man wird dann ersehen, daß die unmagnetische Nadel von ihrer eigenen Schwere mit einer Kraft bewegt werden wird, die ihrer Masse, wie der Länge der Schwerelinie, und dem Sinus des Schwerewinkels proportionirt ist. Setzt man die Masse $= p$, die Schwerelinie $= d$, den Schwerewinkel $= v$, so ist die Kraft, welche die Nadel bewegt, $= pd \cdot \sin v$. Diese Kraft wird $= 0$, wenn $v = 0°$ und $v = 180°$ ist.

Zieht man die Linie hr horizontal, also lothrecht auf cV, so drückt der Winkel Chr die Neigung der Nadel aus. Wird sie $= i$ gesetzt, und der Winkel MCc, den die Linie cC, welche die Umdrehungsaxe mit dem Perpendikel im Schwerpunkte vereinigt, mit der Nadel bildet, $= m$, so ist der Winkel CcV $= 180° - MCc - chC = 180° - m - (90° - i)$, oder $v = 90° - m + i$, und $\sin v = \cos (m - i)$; also die Kraft, welche die Nadel zu bewegen strebt, $= pd \cdot \cos (m - i)$. Diese Kraft wird $= 0$, wenn

$\cos(m-i) = 0$ ist, d. h. $m - i = 90°$, also $-i = 90° + m = 90° - MCc$, $= cCA$. Mit andern Worten, soll eine solche Nadel ruhen, so muſs sie eine negative Neigung haben gleich dem Winkel cCA; d. h. das Ende CN der Nadel muſs unter den Horizont sinken, bis sie einen Winkel mit demselben $= cCA$ ausmacht; aber dann fällt cC mit der Vertikallinie cV zusammen.

a) Liegt der Punkt c an einem Orte in der Linie AC zwischen A und C, so ist $m = 90°$, und der Ausdruck $pd.\cos(m-i)$ verwandelt sich in $pd.\sin i$, und die Nadel ruhet, wenn $i = 0°$ oder $i = 180°$ ist, wie in No. 1. Liegt der Punkt c dagegen zwischen C und B, so ist $m = -90°$; und der Ausdruck $pd.\cos(m-i)$ verwandelt sich in $pd.\cos(90° + i) = -pd.\sin i$. Magnetisirt man nun eine solche Nadel, so wird sie (wenn die wahre magnetische Neigung $= i$ ist) aus dieser Lage durch eine Kraft $= pd.\sin i$ oder $= -pd.\sin i$ getrieben werden, je nachdem man die Seite A oder B aufwärts kehrt; d. h. die eine Neigung wird um eben so viel zu klein, als die andere zu groſs seyn, und eine Mittelzahl zwischen beiden wird die wahre Neigung ergeben.

b) Liegt der Punkt c in der Linie MC zwischen M und C, so wird $m = 0°$, und der Ausdruck $pd.\cos(m-i)$ verwandelt sich in $pd.\cos i$, und die Nadel ruhet, wenn $i = 90°$, d. h. wenn die Nadel, wie in No. 2, vertikal ist. Liegt dagegen c zwischen C und N, so ist $m = 180°$, und der Ausdruck $pd.\cos(m-i)$ verwandelt sich in $-pd.\cos i$. Magnetisirt man eine solche Nadel, so wird sie aus der wahren magnetischen Richtung durch eine Kraft $= pd.\cos i$ getrieben werden, und wenn ihre Pole umgewendet werden, durch eine Kraft $= -pd.\cos i$. Wenn sie daher, nach der Umwendung der Pole, eben so viel magnetische Kraft besitzt, als vorher, so wird die erste Neigung um eben so viel zu groſs, als die andere zu klein seyn, und eine Mittelzahl zwischen beiden wird die wahre magnetische Neigung ergeben.

c) Liegt der Punkt an einem Orte zwischen den Linien AC und MC, so wird, wenn man die Seite B aufwärts wendet, der Winkel m zu $-m$ verwandelt, und die Kraft, welche die Nadel aus der wahren magneti-

schen Richtung treibt = pd . cos $(m + i)$. Wendet man die Pole um, und die Seite A aufwärts, so verwandelt sich m in 180° — m, und der Ausdruck pd . cos $(m - i)$ dadurch in — pd . cos $(m + i)$; wendet man dagegen die Seite B herauf, so wird der Winkel cCM = — (180° — m), und die Kraft, welche die Nadel aus der magnetischen Direktion zu bewegen strebt = — pd . cos $(m - i)$. Macht man also mit einer solchen Nadel vier Versuche auf folgende Art:

1. Versuch: die Seite A aufwärts gewendet	}	mit unveränderten Polen,
2. — : — B — —		
3. — : — A — —	}	mit veränderten Polen,
4. — : — B — —		

so war im 1. Vers. die Kraft, welche die Nadel aus der magnetischen Richtung trieb = pd . cos $(m - i)$
2. — — — = pd . cos $(m + i)$
3. — — — = — pd . cos $(m + i)$
4. — — — = — pd . cos $(m - i)$.

Man ersiehet hieraus, daſs die Kraft, welche die Nadel aus der wahren magnetischen Richtung treibt, im vierten Versuche eben so groſs ist, als im ersten, allein in entgegengesetzter Richtung wirkt. Sind also die magnetischen Kräfte der Nadel, nach Umwendung der Pole, eben so groſs, als vorher, so sollte eine Mittelzahl zwischen der im ersten und vierten Versuche gefundenen Neigung, die wahre magnetische Neigung angeben, so wie eine Mittelzahl zwischen dem zweyten und dritten Versuche. Man kann daher mit einer fehlerhaften Nadel (wenn der Fehler nicht zu groſs ist) durch diese vier Umwendungen die wahre Neigung ziemlich genau finden; wobey zur Probe dienen kann, daſs die Mittelzahl zwischen dem ersten und vierten Versuche dasselbe Resultat geben muſs, wie die Mittelzahl zwischen dem zweyten und dritten.

Diese Fehler in der Abwägung der Nadel lassen sich also, sowohl vor als nach der Magnetisirung der Nadel, leicht entdecken, und hoffentlich wird

kein Künstler ein Instrument liefern, und kein Naturkundiger brauchen, ohne es zuvor auf die vier beschriebenen Arten probirt zu haben.

Schwieriger ist ein anderer Fehler bey diesem Instrumente, weil er sich nicht entdecken läfst. In allen Lagen, die vertikale ausgenommen, krümmt die Nadel sich durch ihre eigene Schwere, wodurch die Längenaxe eine Art krumme Linie ausmacht, welche den Namen der *Elastischen Kurve* führt. MCN (Fig. 3) sey die krumme Längenaxe, C der Schwerpunkt der ungebeugten Nadel, AB die Queeraxe. Durch die Krümmung sinkt der Schwerpunkt unter den Unterstützungspunkt in C, und da man annehmen darf, dafs beide Enden sich gleich stark krümmen, so mufs er an einem Orte der Queeraxe unter C, z. B. in c fallen. Man könnte leicht beweisen, dafs die Entfernung Cc mit dem Cosinus der Neigung proportionirt sey. Eine in jeder Rücksicht vollkommen abgewogene Nadel, welche diesen Fehler hat, wird also bey den vier gedachten Umwendungen eine und dieselbe, aber immer eine geringere, als die wahre magnetische Neigung ergeben. Eine Nadel, die letzteren in bedeutendem Grade hat, wird vor der Magnetisirung nicht anders, als in der horizontalen und vertikalen Lage ruhen.*)

Endlich liegt in der Friction ein Hindernifs. Man hat dies zu heben gesucht, indem man die ziemlich dicke Axe auf ein Paar glatten Glascylindern rollen liefs, wodurch die reibende Friction in die weit geringere rollende verwandelt wird. Aber auch hiebey giebt es folgende Schwierigkeit: MN (Fig. 4) sey die Längenaxe der Nadel, ED die Umdrehungsaxe, HL die Fläche, auf der die Axe rollt, D der Berührungspunkt. Nun mufs die Nadel für einen gebrochenen Hebel MDN angesehen werden, wo der Arm ND immer gröfser wird als der Arm MD, ausgenommen, wenn die Nadel horizontal steht. Folglich wird die Neigung immer geringer, als die wahre magnetische seyn.

Das einzige richtige Princip für die Unterstützung der Nadel ist, dafs sie sich auf einer scharfen Kante bewegt, die mit dem Perpendikel durch den Schwerpunkt zusammenfällt. Hiedurch fällt sowohl die Friction als die ver-

*) Ich habe eine Nadel gehabt, die bey den vier Umwendungen dasselbe zeigte, aber augenscheinlich 5 bis 6 Grade zu wenig Neigung ergab; sie war ungefähr 2 Fufs lang und etwas über 3 Decim. Linien breit.

änderlichen Entfernungen der Endpunkte vom Unterstützungspunkte weg. — Dieses führt uns jedoch zu weit von unserm Ziele ab.

Zu oberwähnten Schwierigkeiten kommt noch die Bewegung des Schiffes auf der See, welcher sich jedoch durch eine bequeme Aufhänge-Anstalt*), wie durch Aufhängen des Instruments an der gehörigen Stelle im Schiffe abhelfen läfst.

Die ältesten Seebeobachtungen dieser Art sind sicher die im ersten Hauptstücke angeführten von *Heinrich Hudson*, angestellt auf seinen drey Reisen zur Entdeckung eines Weges nach Ostindien im Nordosten oder Nordwesten. Diese Beobachtungen finden sich auf der Neigungskarte No. IX., betitelt: *Neigungskarte für das Jahr* 1600. Die regelmäfsige Zunahme der Neigung gegen Norden scheint die Güte dieser Beobachtungen zu verbürgen. Ueberdies bemerkt *Hudson* bey jeder, dafs es stille *(smooth)* See war, und fügt d. 20 May 1608 hinzu: *"wefshalb meine Beobachtung gut ist"*.**) Verdächtig ist blofs die Beobachtung vom 21 Juny 1608, wo er nämlich in 75° 22′ N. Br. bey stiller See die Neigung 89½° fand. Zwar befanden sich die Schiffenden damals in der Nähe eines der Magnetpole der Erde, worauf auch die vom Steuermanne *Robert Ivet* bemerkte plötzliche Veränderung von einem ganzen Striche in der Abweichung hinzudeuten scheint, aber unfern fand *Hudson* am 7 Juny in 74° 25′ N. Br. die Neigung 86°, da doch in grofsen magnetischen Breiten die Neigung sich sehr langsam verändert.***)

W. Baffin fand den 25 May 1615 in 65° 45′ N. Br. mit einem Instrumente, welches in London 54° zeigte, die Neigung 63° 30′. Nun mufs, wie nachher wird gezeigt werden, die Neigung in London damals über 75° betragen haben; demnach war dieses Instrument schlecht abgewogen, und hatte in Lon-

*) Siehe Ekebergs Beschreibung seiner Methode in den Abhandl. der Schw. Akad. der Wissenschaften. A. 1772 S. 287.

**) Hudson war der Cook seiner Zeit; beide zeichneten Kraft, Muth und Feuer, glückliche und wichtige Entdeckungen, wissenschaftlicher Geist, und ein unglückliches Ende aus.

***) Wohl möglich, dafs Purchas, welcher, wie sich überall zeigt, mit nautischen Beobachtungen es eben nicht so genau nimmt, 89½ statt 86½ schrieb, oder auch, dafs die Ziffer 6 durch Schuld des Setzers verkehrt zu stehen kam.

don eine ungefähr 21° geringere Neigung als die wahre. Fast in derselben Breite hatte *Hudson* 82° Neigung, welches einen Unterschied von etwa 19° ergiebt. Nun bemerkte *Baffin* im Hornsunde auf Spitzbergen eine nördliche Breite von 76° 55′, und die Neigung, wenn man das Instrument gen Nord wendete, 67° 30′, aber südwärts gekehrt, 80°. Der Fehler des Instruments war also wie in dem dritten hier angegebenen Falle (S. 40 No. c.). Und da die Neigung des erstern etwa 20° weniger, als die wahre beträgt, so habe ich bey Spitzbergen, statt 67½, 87½ gesetzt. — Endlich fand Capt. *George Weymouth* den 27 July 1602 in der Frobishers-Strafse in 61° 40′ N. Br. die Neigung 83½°.

Nach diesen Beobachtungen sind für die Neigungen 85°, 80° und 75° die drey Wilckischen Neigungslinien gezogen. Eine gar merkwürdige Krümmung bilden diese Linien zwischen Grönland und Spitzbergen. Wir finden dieselbe auf der neuesten Karte in Sibirien wieder.

Dafs die letzte gedachter Linien, für die Neigung 75°, etwas nördlich von London gezogen ist, wo doch *Norman* die Neigung nur 71° 50′ fand, beruht auf folgenden Gründen. Nach den Londonschen Beobachtungen läfst es, als habe die Neigung feit der Zeit *Normans* bis um 1700 Anfangs zu-, in der Folge abgenommen; nach den Pariser Beobachtungen hingegen scheint sie beständig abgenommen zu haben. Nachstehende zwey Tabellen erläutern dieses:

London.				*Paris.*		
Beobachter.	Jahr.	Neigung.		Beobachter.	Jahr.	Neigung.
Normann . . .	1576	71° 50′				
Gilbert	1600	72 0				
Ridley	1613	72 30				
Bond	1676	73 30		*Richer*	1671	75° 0′
Whiston	1720	73 45 75 10	74° 27½′	*La Caille* . . . *Le Monnier* . .	1754 1776	72 15 72 25
Graham	1723	74 0 75 10	74 35	*Cassini* . . . . *Bouvard*	1791 1798	70 52 70 10
Cavendish . . .	1775	72 30		*Humboldt* . . .	1798	69 26
Gilpin	1805	70 21		*Humboldt* . . .	1806	69 12

Richers und *Bonds* Beobachtungen sind fast gleichzeitig, und da London eine größere magnetische Breite hat, als Paris (ich beziehe mich auf das folgende), so muſs auch die Neigung daselbst gröſser seyn. Demnach betrug zu *Bonds* Zeiten die Neigung in London wenigstens 75°, ja im Jahre 1600 vermuthlich noch mehr. Der Fehler in den Londoner Beobachtungen läſst sich aus obberegten, besonders den beiden letztern Gründen (S. 42) füglich erklären, da sie alle ein zu geringes Resultat ergeben.

In der punktirten Linie auf der Karte ist von 1600 bis 1700 die Neigung fast immer beständig gewesen; nördlich von derselben hat sie ab-, südlich zugenommen.

Die Neigungskarte für 1700 ist mit wenigen Veränderungen dieselbe, welche *Wilcke* construirt und in *Sv. Vetensk. Akad. Handl.* vom Jahre 1768 pag. 193 bekannt gemacht hat. Da sie in ihrer Art die erste ist, so müssen mit demselben Rechte, wie die Abweichungslinien nach *Halley*, die Neigungslinien nach *Wilcke* benannt werden. Die Beobachtungen, deren letzterer sich bediente, sind diejenigen von *Cunningham*, angestellt auf einer Reise nach China im Jahre 1700; von *Feuillée* auf einer Reise nach Peru um das Cap Horn 1710; von *La Caille* auf den Reisen um das Vorgebirge der guten Hoffnung nach Isle de France 1751 und 1754; endlich von Capt. *Ekeberg* auf einer Reise nach und von China 1766 und 1767. Die Linien in Südamerika sind einzig nach *Feuillées*, wie es scheint, sehr guten Beobachtungen gezogen. Im südlichen Theile des Atlantischen Meeres weichen *Cunninghams* Beobachtungen von denjenigen des *Feuillée* zu sehr ab, um richtig zu seyn. Nach dem Cap der guten Hoffnung hin stimmen sie dagegen mit *La Caillens* überein. Deshalb sind im südlichen Atlantischen Meere die Linien auf der Westseite oder an der Küste von Südamerika nach den Beobachtungen des *Feuillée*, auf der Ostseite nahe bey Afrika aber nach *La Caillens* und *Ekebergs* gezogen. Dieses gehet wohl an, da sich an diesen Orten die Neigung nicht sonderlich verändert zu haben scheint. Weit bedeutender scheinen die Veränderungen im Indischen Meere gegen Neuholland hin gewesen zu seyn, und *Ekebergs* Beobachtungen auf dieser seiner ersten Reise sind minder zuverläſsig, als die späteren. *Wilcke* wollte sich sowohl nach *Cunningham* als *Ekeberg* richten;

dadurch wurden seine Linien höchst unregelmäſsig. Deswegen nahm ich mir die Freiheit, *Wilckes* drey letzte Linien im Indischen Meere, nämlich für 55°, 60° und 65° südlicher Neigung, zu verändern, indem ich sie, ohne Rücksicht auf *Ekeberg*, nach *Cunninghams* Beobachtungen zog. Auf diese Weise erhielten die Linien einen gewissen Parallelismus, für welchen die Wahrscheinlichkeit spricht.

Aus dieser Karte ist es sichtlich, daſs die Neigung = 0° ist, d. h. daſs die Neigungsnadel horizontal in einer Linie steht, welche, an der Brasilischen Küste etwa in 12° S. Br. anfangend, den Meridian von Ferro etwa in 14° S. Br., wo sie ihre gröſste südliche Breite erhalten zu haben scheint, durchschneidet, dann in Afrika etwas über den 50° der östlichen Länge von Ferro hinaus durch den Aequator, hierauf durch die Indische Halbinsel und Siam geht, und in der Länge von Japan ihre gröſste nördliche Breite erreicht zu haben scheint. Hier liegt sie ungefähr 19½° nördlich vom Aequator. Sie ist also *kein gröſster Kreis*, welcher Umstand allein eine unüberwindliche Schwierigkeit für jeden ist, welcher der Erde nur Eine Magnetaxe einräumt.

Ferner ist zu ersehen, daſs die Neigungslinien in der Nähe dieser Linie ohne Neigung oder des sogenannten magnetischen Aequators am dichtesten liegen, so daſs, wenn die Zunahme der Neigung 20° ist, die geographische Breite nur um 10° wächst. Zwischen den Neigungslinien von 70° und 75° hingegen findet fast eine Entfernung von 10° von Süd gen Nord statt; *hier wächst also die Neigung nur halb so schnell als die Breite, doppelt so schnell aber in der Nähe des magnetischen Aequators.*

Endlich muſs bemerkt werden, daſs die südlichen Neigungslinien eine *doppelte Krümmung gen Nord*, ein Mal nämlich bey Südamerika, das andere Mal bey Neuholland, haben: ein Umstand, welcher, wenn man nur Eine Magnetaxe in der Erde annimmt, eben so unerklärlich ist. Dessen ungeachtet sagt *Wilcke*, *"die Neigungslinien zeigen nicht die mindeste Spur von mehr als Einem Magnetpole in der südlichen Kugel"*; aber er vermuthet, diese Krümmung stehe entweder mit den andern bey Neuholland in Verbindung, oder sey vielleicht dieselbe, welche sich seit 1710 durch das Südmeer westwärts

nach Neuholland bewegte. In der Folge wird die Unzulässigkeit dieser Meinungen dargethan werden.

Wir kommen nun auf die neueste Neigungskarte, welche ungefähr auf den Zeitraum zwischen 1775 und 1787 passet, weil die wichtigsten dieser Karte zur Grundlage dienenden Beobachtungen diejenigen des *Cook* auf seiner zweyten und dritten Reise, wie auch des *La Perouse* sind. Aber aufser diesen ist keine derjenigen Beobachtungen unbenutzt geblieben, welche später als 1770 sind (siehe Tabelle III. im Anhange); doch, wo es nöthig schien, mit einer kleinen Abrechnung für die jährliche Veränderung. — Zuvörderst bestimmen wir die Lage der Linie ohne Neigung oder des magnetischen Aequators, wobey uns erlaubt seyn möge, etwas umständlicher zu seyn, da so viel daran liegt, zu wissen, ob sie einen gröfsten Kreis ausmache oder nicht.

Oben wurde bemerkt, dafs in der Nähe des magnetischen Aequators die Neigung doppelt so schnell zunehme wie die Breite*), dafs also die Breitenänderung hier halb so grofs sey wie die Veränderung der Neigung. Ist also an einem gewissen Orte, dessen nördliche Breite $= b$ ist, eine geringe Neigung $= n$ beobachtet, so mufs in diesem Meridiane der magnetische *Nulpunkt*, oder der Punkt, wo die Neigung verschwindet, in der Breite $b - \frac{1}{2} n$ gefunden werden. So fand Capt. *Ekeberg* auf seiner Reise nach China 1770 den 21 Apr. 12° 21′ S. Br., 9° 48′ W. L. von Teneriffa, die Neigung 1° 45′ N. Hier ist also

die Breite $b = \qquad - 12° 21'$

halbe Neigung $\frac{1}{2} n = \frac{1° 45'}{2} = \frac{105'}{2} = + \qquad 52'\frac{1}{2}$

Des Nulpunktes südliche Breite $= - b - \frac{1}{2} n = - 13° 13'\frac{1}{2}$.

So fand er auch den 23 Apr. in 15° 55′ S. Br. und 10° 10′ W. L. Teneriffa die Neigung 5° 30′ S.; hier ist also

Breite $b = \qquad - 15° 55'$

halbe Neigung $\frac{n}{2} = - \frac{5° 30'}{2} = - \quad 2° 45'$

Des Nulpunktes südliche Breite $= - 13° 10'$.

*) Der theoretische Beweis für die Richtigkeit dieses Satzes wird weiter unten in der Theorie des Magneten vorkommen.

Durch solche Interpolationen ist die Lage des Nulpunktes aus folgenden Beobachtungen bestimmt:

1) Capt. *Ekebergs* Beobachtungen auf seiner zweyten Reise nach China 1770.

1770.	Breite südlich.	Länge. Teneriffa.	Länge. Greenwich.	Neigung.	Breite des Nulpunktes.
Apr. 21	11° 10′	9° 34′ W.	26° 6′ W.	5° 0′ N.	13° 40′ S.
—	12 21	9 48	26 20	1 45 —	13 15½
22	13 19	9 54	26 26	0 0 —	13 19
—	14 0	10 11	26 43	0 30 S.	13 45
—	14 35	10 10	26 42	2 0	13 35
23	15 55	10 10	26 42	5 30	13 10
				Mittel aus allen =	13° 27′ S.

Also ist im Meridiane 26° 24′ W. Greenwich die Neigung = 0 in einer südlichen Breite 13° 27′.

2) Capt. *Ekebergs* Beobachtungen auf der Rückreise 1771.

1771.	Breite südlich.	Länge. Teneriffa.	Länge. Greenwich.	Neigung.	Breite des Nulpunktes.
März 25	12° 9′	6° 0′ O.	10° 32′ W.	1° 45′ N.	13° 31′½ S.
26	10 20	4 38 —	11 54 —	5 17½ —	12 59 —
27	8 40	3 0 —	13 32 —	9 37½ —	13 29 —
				Mittel aus allen	13° 20′ S.

3) Auf der folgenden Reise 1774 fand *Ekeberg* nachstehende Neigungen:

1774.	Breite südlich.	Länge westl.		Neigung.			Breite des Nulpunktes.
		Tener.	Greenw.	Nadel A.	Nadel B.	Mittel.	
				nördlich			
März 23	12° 2′	4° 0′	20° 31′	3° 56′ ¾	3° 52′	3° 54′	13° 59′ S.
	12 19	4 19	20 50	2 52 ½	2 45	2 49	13 43
24	13 2	4 50	21 1	1 57 ⅓	2 14	2 6	14 5
				südlich			
	13 4	4 37	21 8	0 3 ¾	0 7	0 5	13 2
	13 57	4 41	21 12	0 37 ⅓	0 51	0 44	13 35
				Mittel aus allen			13° 41′ S.

Daher kann man mit voller Sicherheit annehmen, daſs die Neigung in S. Br. 13° 41′ und W. L. 20° 51′ von Gr. 0° war.

4) Auf der Rückreise 1775 fand man folgende Neigungen:

1775.	Breite südl.	Länge.		Neigung.			Breite des Nulpunktes.
		Ö. Ten.	W. Gr.	Nadel A.	Nadel B.	Mittel.	
Apr. 9	12° 32′	7° 20′	9° 11′	3° 30′ S.	3° 11′ ½ S.	3° 21′ S.	10° 50′
10	11 42	6 10	10 21	0 12 ¼ N.	0 5 N.	0 9 N.	11 46
				Mittel aus allen			11° 18′ S.

Also ist die Neigung = 0° in S. Br. 11° 18′ und W. L. Greenwich etwa 9° 46′.

5) Endlich fand Capt. *King* bey *Cooks* dritter Reise auf dem Rückwege den 31 May 1780 in S. Br. 12° 48′ und W. L. Gr. 15° 40′, die Neigung = 0°.

6) Mit diesen stimmen folgende überein:

Capt. *Burnet Abercrombie* fand *)

1775.	Breite südlich.	Länge westl. Greenw.	Neigung.	Breite des Nulpunktes.
July 11	12° 24′	25° 45′	1° . 4 N.	13° 9′ S.
12	14 6	26 28	2 . 2 S.	12 59
		Mittel aus beiden		13° 4′ S.

Also ist die Neigung = 0° in S. Br. 13° 4′ und W. L. von Greenw. ungefähr 26° 6′.

7) *Le Gentil* fand 1771 am Bord der *l'Astrée* die S. Br. 10° 2′, die Länge W. von Paris 10° 32′ d. h. die W. L. von Greenw. 8° 12′, die Neigung 0° 15′ S., und nachdem die Pole der Nadel umgewendet waren, 1° 15′ N.; also die mittlere Neigung 0° 30′ N. Durch obige Methode findet man also die Neigung = 0° in einer S. Br. 10° 17′ und W. L. von Greenw. 8° 12′.

Dagegen sind die Beobachtungen in den folgenden zwey Nummern verdächtig:

8) *Ekeberg* fand auf seiner ersten Reise 1767 den 19 May in S. Br. 13° 35′, O. Länge von Teneriffa 8° 10′ d. h. W. L. von Greenwich 8° 21′, die Neigung 0° 50′ S. und den 20 May in S. Br. 12° 29′, O. L. von Tener. 7° 8′ d. h. W. L. von Greenw. 7° 26′, die Neigung 1° 0′ N. Diese beiden würden im Mittel den Nulpunkt in S. Br 13° 4′ und W. L. von Gr. 7° 54′ ergeben. Aber dies ist nach obigen Beobachtungen (No. 4) an diesem Orte fast 2° zu südlich.

*) Die hier angegebne Neigung ist, wo mir recht, in Achtelgraden angegeben, so daſs 1.4 Grad einerley mit 1° 30′ und 2.2 Grad mit 2° 15′ sind.

9) *La Perouse* machte folgende Beobachtungen:

1785.	Breite südlich.	Länge. W. Paris.	Länge. W. Grw.	Neigung.	Südl. Br. des Nulpunktes.
Oct. 7	9° 29′	24° 54′ 23 39	22° 34′	3° 30′ N.	11° 14′
8	10 46	25 25	23 5	0 0 —	10 46
9	12 14	25 56	23 56	0 13 S.	12 8
10	13 23	26 18 25 23	23 58	0 30 —	13 8
11	14 29	26 40 25 47	24 20	2 30 —	13 14

Dafs bey dieser Beobachtung am 8 Oct., wo *La Perouse* die Neigung = 0° fand, ein Fehler statt finden müsse, erhellet klärlich daraus, dafs am folgenden Tage, da die Breite um 1½ Grad zugenommen hatte, die Neigung nur 13′ südlich, und den 10ten, wo die Breite 2⅓ Grad gröfser war als am 8ten, die Neigung noch nicht mehr als ½ Grad südlich geworden war. Die Lage des Nulpunkts, die durch Beobachtungen am 10ten und 11ten gefunden ist, stimmt dagegen mit *Ekebergs* Beobachtungen in der Nähe dieses Ortes besser überein.*)

Die Unrichtigkeit dieser Beobachtung *Lamanons* (des Mathematikers der *La Perousen* folgte) ist deshalb hier so ausführlich gezeigt worden,

*) Hieraus ersieht man, wie wenig sich auf eine einzelne Neigungsbeobachtung, selbst wenn das Instrument zu den bessern gehörte und in der Hand des aufmerksamsten Physikers war, bauen lasse. Eine einzelne Beobachtung dieser Art giebt, wie ein einzelner Zeuge, nur halben Beweis. Nur dann ist eine Beobachtung der Neigung zuverlässig, wenn andere ihr vorhergehen oder folgen, so dafs die Continuität in der Reihe ihre Richtigkeit zeigen kann. Noch sicherer wird sie, wenn ein anderer Beobachter mit einem andern Instrumente sie bestätigt; denn dann müfste es ein besonderer Zufall seyn, wodurch bey den vielen mit diesem Instrumente verbundenen Unsicherheiten beide Beobachtungen, wofern man die Wahrheit nicht gefunden, übereinstimmeten.

weil *Humboldt* und *Biot* sie für so genau gehalten haben, daſs sie durch die Annahme, *die Linie ohne Neigung sey ein gröſster Kreis*, und durch Vergleichung dieser Beobachtung mit einer von *Humboldt* in Südamerika, darauf eine Theorie für das ganze Neigungssystem bauen zu können glaubten. (Annal. der Phys. Jahrg. 1805, 7 St.).

10) In Amerika fand *Humboldt* die Neigungsnadel in 7° 1′ S. Br. und 80° 41′ W. L. von Paris, d. h. in 78° 21′ W. L. Greenw. horizontal. Hier nähert sich also die Linie ohne Neigung dem Aequator. Er fand auch an folgenden vier Orten in Südamerika, die fast unter demselben Meridian liegen, nachstehende Neigungen:

Beobachtungs-Ort.	Breite südlich.	Länge.		Neigung.	Südl. Br. des Nulpunktes.
		W. Paris.	W. Grw.		
Tompenda . . .	5° 31′ 4″	80° 27′	78° 7′	3° 11′ N.	7° 6′ S.
Loxa	4 0 0	81 12	78 52	5 24 —	6 42 —
Cuença	2 54 9	80 45	78 25	8 45 —	7 16 —
Lima	12 2 31	79 55	77 13	9 59 S.	7 5 —
				Mittel aus allen	7° 1′$\frac{1}{4}$ S.

Die Mittelzahl aus allen giebt, wie man sieht, den Nulpunkt in dieser Länge in der Breite 7° 1′ S. eben so, wie sie von *Humboldt* angegeben wird. *H.* hat also entweder dieselbe Interpolationsmethode, wie ich, gebraucht, und seine Angabe der Neigung 0° ist nicht durch unmittelbare Beobachtung gefunden; oder, wenn sie das Resultat einer unmittelbaren Beobachtung an Ort und Stelle ist, so beweiset sie eben so sehr die groſse Vollkommenheit seines Instruments, als die Richtigkeit der Interpolationsmethode.

11) *Vancouver* fand bey den Gallipagos Inseln:

1795.	Breite.	Länge östlich Greenw.	Neigung.	Breite des Nulpunktes.
Febr. 5	0° 59′ N.	268° 27′	7° 28′ N.	2° 45′ S.
9	0 44 S.	267 54	2 20 —	1 54 —
11	2 5 —	. . . . .	0 50 —	2 18 —
12	. . . . .	. . . . .	1 22 S.	. . . . .
			Mittel	2° 19′ S.

Am 12ten wird weder Länge noch Breite angegeben, aber am 15ten findet man die Br. = 4° 15′ S., die L. 265° 15′; daher dürfen wir die angegebne Mittelzahl als zuverlässig ansehen, nämlich die Neigung = 0° in 2° 19′ S. Br. und ungefähr 268° O. L. oder 92° W. L. von Greenwich.

12) Capt. *James Collnet* fand 1793 auf einer der Gallipagos Inseln die S. Br. = 0° 37′, die W. L. von Greenw. = 89° 38′, die Neigung = 84°. Sein Instrument mufs folglich so eingetheilt gewesen seyn, dafs es 0° bey der Vertikallinie und 90° bey der Horizontallinie stand, so dafs die hier angegebene Neigung eigentlich die Ausfüllung der wahren Neigung auf 90° ist. Diese betrug also 6° N. Demnach findet man den Nulpunkt in 5° 37′ S. Br. und 89° 38′ W. L. Greenw. gelegen; welches mit *Vancouvers* Beobachtungen und der Beugung der Linie ohne Neigung an diesem Orte vollkommen übereinstimmt.

13) Von *La Perouse* finden wir folgende Beobachtungen in der Südsee:

1786.	Breite.	Länge. W. Paris.	Länge. W. Grw.	Neigung.	Breite des Nulpunktes.
Apr. 28	0° 54′ S.	118° 45′	116° 25′	1° 0′ S.	0° 24′ S.
29	0 18 N.	119 0	116 40	0 0 —	0 18 N.
30	1 40½ —	119 7	116 47	0 20 N.	1 30 —
May 1	2 59 —	119 53	117 33	1 0 —	2 29 —
				Mittel	0° 58′ N.

Also den Nulpunkt in 0° 58′ N. Br. und ungefähr 117° W. L. von Greenw. — Auch hier zeigt die geringe Uebereinstimmung der Resultate, daſs das Neigungsinstrument des *La Perouse* nicht zu den besten gehörte.

14) Endlich trifft man beym *Krusenstern* auf folgende Beobachtungen:

1804.	Breite.	Länge westl. von Greenw.	Neigung	Nördl. Br. des Nulpunktes.
May 24	0° 56′ S.	146° 16′	8° 30′ S.	3° 19′
25	0 0	146 31	6 15 —	3 7½
26	1 12 N.	146 46	5 30 —	3 57
			Mittel	3° 28′ N.

Also Nulpunkt in 3° 28′ N. Br., und 146° 31′ W. L. von Greenwich.

15) Wir wenden uns indessen wieder gen Ost und untersuchen den Gang dieser Linie im Indischen Meere. Dort erbieten sich uns folgende Beobachtungen von Capt. *John Alex. Panton:*

1776.	N. Breite.	Länge östlich Greenw.	Neigung.	N. Breite des Nulpunkts.
Oct. 30	9° 58′ N.	75° 4′	2° . 5 S.	11° 17′
31	9 54	74 24	5 . 0	11 24
Nov. 1	9 51	73 35	2 . 6	11 19
2	9 59	72 30	2 . 4	11 14
3	9 58	71 18	3 . 6	11 30
4	9 49	70 26	4 . 1	11 53
5	9 53	69 11	3 . 7	11 49
6	9 55	67 35	3 . 7	11 51
7	10 45	65 30	2 . 5	11 54
8	11 57	63 22	0 . 3	12 8
9	12 45	60 34	2 . 1 N.	11 41
10	12 59	57 21	3 . 1	11 25
11	13 29	55 12	4 . 1	11 25
12	15 16	52 55	4 . 3	10 57

Diese vortrefflichen Beobachtungen wurden mit einer Nadel angestellt, die, Herrn *Cavendish* zugehörend, von *Sisson* verfertigt war. Jede Neigung ist eine Mittelzahl von 2, wobey der Index sich ein Mal gen Ost, das andere Mal gen West wendete. Ueberdies wurden die Pole der Nadel zu zweyen Malen auf der Reise umgewendet. Endlich sind die mittleren Neigungen verbessert worden, weil sich am 12 July bey Umwendung der Pole zeigte, dafs das bemerkte Ende der Nadel $\frac{11}{16}$ Grad tiefer stand, als das andere. Die Neigungen sind in Graden und Achtelsgraden angegeben, so dafs z. B. 2°.5 heifset $2°\frac{5}{8} = 2° + 5 \times 7\frac{1}{2}' = 2°\ 57\frac{1}{2}'$ u. s. w.

16) Mit derselben Nadel und auf dieselbe Art wurden von Capt. *Burnet Abercrombie* folgende Beobachtungen angestellt.

Den 29 Nov. 1775 fand er in der Nähe von Ceylon in N. Br. 9° 28', O. L. von Greenw. 85° 10', folgende Neigungen: 1°.5 S.; 1°.3 S.; 1°.1 S.; 0°, 7 S.; 0°, 5 N.; 0°.4 N. Man ersieht, dafs, so wie A. nordwärts segelte, die Neigung allmählich abnahm und zwischen der vierten und fünften Beobachtung 0° wurde. Schade, dafs er die Breite, worin jede derselben gemacht worden, nicht angeführt hat. Die angegebene ist vermuthlich diejenige am Mittage. Nimmt man die Mittelzahl zwischen der ersteren und letzteren als die Neigung zu der Zeit an, da das Schiff die angegebene Breite und Länge hatte, so erhält man $\frac{9}{16}$ Grad südliche Neigung, welches den Nulpunkt in 9° 45' N. Br. und 85° 10' O. Länge von Greenw. setzet. — Ferner gewährt eben derselbe folgende Beobachtungen:

1775.	Breite.	Länge östlich Greenw.	Neigung.	N. Breite des Nulpunktes.
Nov. 30	10° 55' N.	84° 55'	3°.3 N.	9° 14'
Dec. 1	11 1	85 15	3.1	9 27
2	10 50	85 58	1.5	10 10
3	10 33	86 49	2.4	9 18
4	11 13	87 2	4.6	8 51
9	13 39	80 42	5.1	11 5

Endlich findet man in gedachtem Meere 1776 den 10 Sept. auf der Rheede von Madras N. Br. 13° 7′, die Länge des Forts St. George 80° 20′, die Neigung in der Cajüte 5° . 5 und denselben Tag im Hause der Compagnie 4° . 7. Den 28sten zeigte sie sich eben daselbst = 5° und am 5 Oct. gleichfalls = 5°. Also ist nach einer Mittelzahl die Neigung in Madras = 5° 4′, welches den Nulpunkt in 10° 35′ N. Br. und 80° 20′ O. Länge von Greenw. ergiebt.

17) Im Meere zwischen Madras und der Halbinsel Sumatra bietet *Le Gentil* folgende z. Bestimmung der Lage der Linie ohne Neigung tauglichen Beobachtungen dar: *Observations de l'Inclinaison de l'Aiguille aimantée faites a bord du vaisseau le Dauphin en 1770, allant de Pondichery à l'Isle de France.*

Nördliche Breite.	Länge.		Neigung.			N. Breite des Nulpunktes.
	Ö. Paris.	Ö. Grw.	Die Lilie gen Nord.	Die Lilie gen Süd.	Mittel.	
10° 40′	82° 57′	85° 17′	3° 0′ N.	4° 15′ N.	3° 38′ N.	8° 51′
9 38	83 30	85 50	0 0	1 37	0 48	9 14
8 8	84 7	86 27	3 20 S.	2 15 S.	2 52 S.	9 34

18) Ferner *Observations faites a bord du vaisseau Portugais le S. Antoine en 1768 allant de Manille à Madras par le detroit de Malacca.*

Nördl. Breite.	Neigung.			N. Br. d. Nulpunktes.	Die Lage des Beobachtungsorts.
	Die Lilie gen Nord.	Die Lilie gen Süd.	Mittel.		
6° 51′	4° 0′ S.	2° 45′ S.	3° 22′ S.	8° 32′	40 Ls. v. Malacca u. 40 L. v. pointe Achem.
7 31	3 30	2 15	2 52	8 57	50 — — — 40 — —
7 45	3 15	2 7	2 41	9 5	Bey den Nikobar-Inseln.
8 9	3 0	2 0	2 30	9 24	
8 50	3 0	2 0	2 30	10 15	
10 7	2 0	0 21	1 10	10 42	
10 7	1 7	0 21	0 44	10 29	15 Lieues von Ceylon und 30 Ls. von der Küste Tanjaour.
10 39	0 8 N.	1 30 N.	0 49 N.	10 15	25 Lieues von Negapatnam.

19) Im Meere zwischen Malacca und Manilla finden wir folgende Beobachtungen von Capt. *Ekeberg*:

1770.	Nördl. Breite.	Oestl. Länge.		Neigung.			N. Br. des Nulpk.
		Tener.	Greenw.	Instrument recht.	Instrument umgek.	Mittel.	
Aug. 26	8° 55′	125° 27′	108° 56′	3° 30′ S.	3° 15′ S.	3° 22′½ S.	10° 54′
27	10 15	126 33	110 2	1 15 N.	1 0 N.	1 7½ N.	9 41
Dec. 26	8 54	125 0	108 29	1 5 S.	1 30 S.	1 18 S.	9 33
1774.				Nadel A.	Nadel B.		
July 28	7 42	124 15	107 44	2° 15′ S.	1° 49′ S.	2 2 S.	8 49
29	9 24	125 15	108 44	0 6 —	0 2½ —	0 4 —	9 26
—	10 0	125 51	109 20	0 52½ N.	0 52½ N.	0 52½ N.	9 34
30	11 27	126 40	110 9	4 37½ —	. . . .	4 37½ —	9 8
					Mittel aus allen		9° 32′

Man ersieht hieraus, daſs zwischen 109° und 110° O. L. von Greenwich die Linie ohne Neigung ungefähr 9½° nördlich vom Aequator liegt. Die abweichendsten Resultate geben die Beobachtungen am 26 Aug. 1770 und 28 July 1774. Die Mittelzahl von allen giebt 9° 32′, bey Hintansetzung der beiden gedachten aber wird sie = 9° 28′.

Die so genaue Uebereinstimmung zwischen diesen Resultaten verleitet mich, in die Beobachtungen der folgenden zwey Nummern einiges Mistrauen zu setzen:

20) Auf *Cooks* dritter Reise fand Capt. *King* im Juny 1780 auf der Insel Pulo Condore die N. Br. 8° 40′, die O. Länge von Greenwich 106° 18′ 46″; die Neigung 2° 1′ nördlich. Demnach muſste der Nulpunkt in 7° 40′ N. Br. fallen. Aber hier hat sich vermuthlich ein Fehler eingeschlichen. Alle vorhergehenden in der Tabelle angeführten Neigungen waren nämlich nördlich, weswegen die Rubrik, welche die Neigungsbeobachtungen enthält, immer *North. Dip* zur Ueberschrift gehabt hat. Da nun die folgenden südlich sind, so konnte es sich leicht treffen, daſs man die Ueber-

schrift der Rubrik zu verändern vergafs. Nimmt man nun an, dafs die Neigung bey Pulo Condore 2° 1′ S. war, so ergiebt sich daraus, was *Ekebergs* Beobachtungen den 27 Aug. 1770 fast in derselben Länge ergaben, der Nulpunkt in dieser Länge (106° 19′ O. v. Greenw.) in 9° 41′ N. Br.

21) *Le Gentil* hat unter folgendem Titel einige Beobachtungen angeführt: *Observations sur le bon Conseille, Vaisseau de Guerre en* 1766 *allant à Manille par les Isles de la Sonde.*

Nördl. Breite.	Neigung.			N. Breite des Nulpunktes.
	Die Lilie gen Nord.	Die Lilie gen Süd.	Mittel.	
5° 30′	4° 30′ S.	4° 45′ S.	4° 57′½ S.	7° 49′
6 35	3 45	2 0	2 52	8 1
6 45	4 0	2 15	3 8	8 19
7 0	3 45	1 45	2 45	9 45
7 21	0 30	1 15	0 52	7 47
8 22	1 30 N.	1 30 N.	1 30 N.	8 7
9 45	2 30	3 15	2 52	8 19
11 32	5 0	8 30	6 36	8 14

Diese Beobachtungen sind zwischen den Meridianen 108° - 112° O. Länge von Greenw. angestellt. In Manilla fand *Le Gentil* die Neigung 11° 4′ N. und 12° 18′ N., im Mittel 11° 41′, welches den Nulpunkt in diesem Meridian (120° 51′ O. Greenw.) in 8° 44′ N. Br. setzt.

Die Beobachtungen in der Tabelle rücken die Linie ohne Neigung an dieser Stelle ungefähr in 8° N. Br., welches mit *Cooks* Beobachtung bey Pulo Condore, wenn diese anders richtig ist, übereinstimmt. Zu entscheiden, welche Parthey Recht habe, getraue ich mir nicht, da sich auf beiden Seiten Beobachter von Gewicht befinden. Inzwischen scheinen *Ekebergs* Beobachtungen mit dem Laufe der übrigen Neigungslinien sowohl nördlich als südlich am besten übereinzustimmen. Ueberdies gewinnt man Zutrauen zu denselben, wenn man *Wilckes* Bemerkungen

über sie lieset. Er sagt nämlich: "das Instrument, dessen man sich bediente, ist dasselbe, welches Hr. *Ekeberg* auf der vorigen Reise 1770 und 1771 gebraucht hat, beschrieben in den Abhandl. der Akad. für 1772 Seite 292. Außerdem hatte man zwey neue Nadeln mitgenommen, eine, wie die vorige, mit Balanceschrauben, und eine nach Hr. *Bernoullis* Einrichtung mit einem Aequationszeiger. (Siehe Abhandl. der Akad. 1768 S. 200). Die vierte Columne zeigt die Neigung mit der alten Nadel, die fünfte dieselbe, mit der neuen No. 1 gefunden."

Ekeberg durchschnitt den magnetischen Aequator an dieser Stelle zu vier Malen, und drey Mal hatte er Gelegenheit, Beobachtungen in dessen Nähe anzustellen; er besaß drey verschiedene Nadeln von verschiedener Construction, welche, wie aus seinem Berichte hervorgeht, mit der größten Genauigkeit gebraucht wurden. *Le Gentils* Nadel hingegen gab immer verschiedene Resultate bey der Umwendung, und war also nicht gut äquilibrirt. Endlich hatte *Cooks* Nadel, als man die Beobachtung zu Pulo Condore anstellte, schon eine Reise um die Erde gemacht, und Feuchtigkeit nebst den abwechselndsten Temperaturen ausgehalten.

22) Von den Philippinischen Inseln bis zum 147° W. oder 213° O. Länge von Greenw., wo *Krusenstern* die Linie ohne Neigung durchschnitt, haben wir keine genügende Beobachtungen in der Nähe der letztern. Also herrscht von 120° bis 213° (ungefähr 90° der Länge) noch einige Ungewißheit. Zwar segelte *La Perouse*, als er am Ende des Jahrs 1787 aus der nördlichen Halbkugel nach Botanybay fuhr, mitten durch die Südsee, den Aequator ungefähr in 187° O. Länge von Greenw. durchschneidend, aber das Neigungsinstrument war durch fast täglichen Gebrauch unzuverlässig geworden. Die südlichen Neigungen sind ungefähr um 5° zu geringe, wie man aus den letzten zwischen Neuholland und Neuseeland deutlich abnehmen kann, wo auf *Cooks* beiden letzten Reisen die Neigung auf das genaueste bestimmt worden war. Vergrößert man also die letzten beobachteten südlichen Neigungen vom 14. Nov. 1787 bis zu Ende des Jahrs um 5°, so stimmen sie recht gut zu dem ganzen übrigen System. Am 17 Nov. 1787 finden wir in 3° 39′ 50″ N. Br. und 175° 9′ 4″

W. Länge von Paris (d. h. 172° 49′ W. von Greenw.) die Neigung 4° 30′ nördlich. Ziehet man davon 5° ab, so erhält man die vermuthete Neigung = 0° 30′ südlich, und also den Nulpunkt hier in 3° 55′ N. Br. So zeigt sich denn auch am 25 Nov. desselben Jahres in 3° 47′ S. Br. und 174° 25′ 46″ W. L. Paris, d. h. 172° 6′ W. L. v. Greenw., die Neigung 6° 0′ S. Füget man 5° hinzu, so wird die vermuthete wahre Neigung 11° 0′, welches eine nördliche Breite des Nulpunktes von 2° bis 3° giebt.

Zu bequemerer Uebersicht der hier angegebenen Punkte, wo die Neigung 0° ist, sind sie in folgender Tabelle gesammelt worden:

Beobachter.	Länge Greenw.	Breite des Nulpunktes.	Beobachter.	Länge Greenw.	Breite des Nulpunktes.
Im Atlantischen Meere zwischen Afrika und Amerika					
Ekeberg . .	26° 43′ W.	13° 45′ S.	*Ekeberg* . .	21° 8′ W.	13° 2′ S.
	26 42	13 35		21 1	14 5
	26 42	13 10		20 50	13 43
Abercrombie	26 28	12 59		20 31	13 59
Ekeberg . .	26 26	13 19	*King*	15 40	12 48
	26 20	13 13	*Ekeberg* . .	13 32	13 29
	26 6	13 40		11 54	12 50
Abercrombie	25 43	13 9		10 32	13 21 ½
La Perouse	24 20	13 14		10 21	11 46
	23 58	13 8		10 5	11 17
Ekeberg . .	21 15	13 23		9 11	10 50
	21 12	13 35	*Le Gentil* .	8 12	10 17
Im Indischen Meere vom Cap Guardafui bis zur Sundastraſse					
Panton . . .	52° 55′ O.	10° 57′ N.	*Panton* . . .	70° 26′ O.	11° 53′ N.
	55 12	11 27		71 18	11 30
	57 21	11 25		72 30	11 14
	60 34	11 41		73 35	11 19
	63 22	12 8		74 24	11 24
	65 30	11 54		75 4	11 17
	67 35	11 51		76 54	10 52
	69 11	11 49	*Le Gentil* .	77 0	10 15

Beobachter.	Länge Greenw.	Breite des Nulpunktes.	Beobachter.	Länge Greenw.	Breite des Nulpunktes.
Im Indischen Meere vom Cap Guardafui bis zur Sundastraſse					
Le Gentil .	78° 40′ O.	10° 29′ N.	Le Gentil .	85° 17′ O.	8° 51′ N.
	79 40	10 42		85 50	9 14
Abercrombie	80 20	10 35	Abercrombie	85 58	10 10
	80 42	11 5	Le Gentil .	86 27	9 34
Le Gentil .	81 10	10 15	Abercrombie	86 49	9 18
	84 11	9 24	Le Gentil .	89 20	9 5
Abercrombie	84 55	9 14		95 15	8 57
	85 15	9 27		96 55	8 32
Von der Sundastraſse bis zu den Philippinen					
Ekeberg . .	106° 2′ O.	9° 41′ N.	Ekeberg . .	108° 56′ O.	10° 34′ N.
	107 44	8 49		109 20	9 54
	108 29	9 33		110 9	9 8
	108 44	9 26	Le Gentil .	120 51	8 44
In Amerika			Humboldt . .	78° 21′ W.	7 1′ S.
Im Südmeere					
Collnet . . .	89° 38′ W.	3° 37′ N.	Krusenstern	146° 16′ W.	3° 19′ N.
Vancouver .	92 0	2 19		146 31	3 7½
La Perouse .	117 0	1 1		146 46	3 57

Hieraus ersieht man, daſs die gröſste südliche Breite der Linie ohne Neigung ungefähr 13¾ Grad betrage, und zwischen den 20° und 26° W. L. von Greenwich falle. Sowohl östlich als westlich von da nähert sie sich dem Aequator, welchen sie in Afrika ungefähr im 25° O. L. von Greenw. und im Südmeere in 110° W. L. von Greenw. zu durchschneiden scheint*). Diese zwey Knoten liegen also nur 135° aus einander; die *Linie ohne Neigung* ist also *kein gröſster Kreis*. Ferner bemerke man, daſs sie in Afrika den Aequator unter einem Winkel von ungefähr 21½° und im Südmeere von ungefähr 7½° durchschneidet.

*) Siehe die Neigungskarte für 1780.

Im Indischen Meere steigt sie vom Cap Guardafui nordwärts, bis sie seine größte nördliche Breite von ungefähr $11\frac{5}{8}°$ zwischen der Länge 63° und 67° O. von Greenw. erreicht; darauf senkt sie sich wieder langsam gen Süd bis Malacca, woselbst ihre nördliche Breite ungefähr 9° ausmacht. Von Malacca bis zu den Philippinen steigt sie nach *Ekebergs* Beobachtungen wieder ungefähr $\frac{1}{2}$ Grad nordwärts, und sinkt darauf langsam nach Süden, bis sie in obenangeführter Länge den Aequator durchschneidet.

Die größte südliche Breite betrug $13\frac{3}{4}$ Grad, die größte nördliche nur $11\frac{5}{8}$, jene ungefähr in 23° W. Länge von Greenwich, diese etwa in 65° O. Länge. Letztere beide Punkte liegen also nur 88° aus einander: ein neuer Beweis, daſs sie keineswegs einen gröſsten Kreis bildet.

Es wäre von Wichtigkeit, die Richtung der übrigen Neigungs- und Abweichungslinien eben so ausführlich zu beweisen, um diesen Karten diejenige Zuverlässigkeit*) zu ertheilen, welche, wenn sie zur Grundlage einer künftigen theoretischen Untersuchung des Erdmagnetismus dienen sollten, erforderlich seyn möchte. Aber es würde zu weitläuftig und ermüdend seyn. Es genüge also die Versicherung, daſs in Rücksicht der übrigen Linien sowohl bey den Abweichungs- als Neigungskarten, dieselbe Genauigkeit beobachtet worden sey. Uebrigens verweise ich auf die im Anhange mitfolgenden Tabellen. Nur sey noch folgendes betreffend *Humboldts* Beobachtungen in Europa in den Jahren 1805 und 1806, bemerkt.

*) Das bisher in die Genauigkeit dieser Art Karten gesetzte Mistrauen gründet sich wohl auf die groſse Unvollkommenheit der bisherigen. Nimmt man Halleys Abweichungskarte vom Jahre 1700 aus, so sind alle übrigen, welche ich zu untersuchen Gelegenheit hatte, mehr oder minder unrichtig. Churchmans Abweichungskarte in der zweyten Ausgabe seines magnetischen Atlas gehört zu den bessern, wie man aus Vergleichung derselben mit der Abweichungskarte für 1787 ersehen kann. Er bediente sich vermuthlich der meisten und besten neuern Seebeobachtungen, kannte aber die Abweichungen in Sibirien nicht; denn im östlichen Asien sind seine Karten ganz unrichtig. Samuel Dunns nach einer sogenannten Theorie ausgearbeiteter Atlas ist sehr fehlerhaft; insonderheit sind die Linien am südlichen Afrika ganz verunglückt. Lambert besaſs nicht Seebeobachtungen genug, und hat, wie Churchman, im östlichen Asien bedeutende Fehler gemacht, wozu beide die vorausgefaſste Hypothese von einer magnetischen Axe verleitete. Wilckes Neigungskarte ist besser als sich von so wenigen, so wenig genauen und zu so verschiedenen Zeiten angestellten Beobachtungen erwarten lieſs.

Zu Anfange dieses Hauptstückes wurde erwähnt, die Neigung in Europa nehme ab, wie denn solches aus den ältern, sowohl Londoner als Pariser Beobachtungen, verglichen mit den neueren, hervorgeht. Denn daſs die ältesten Londoner von *Norman* bis auf *Bond* inclusive unrichtig sind, darin stimmen die Meisten überein: (siehe *Gilpins* Bemerkungen über die Abweichung und Neigung, angestellt in den Zimmern der königl. Gesellschaft der Wissenschaften von 1786 - 1806. Philos. Trans. of the Roy. Soc. of London for 1806, P. II. pag. 385 - 420, und ein Auszug derselben in *Gilberts* Annalen d. Physik, Jahrgang 1808, 8tes Stück). Nimmt man nun die Neigung in *London* zu *Grahams* Zeit 1723 nach einer Mittelzahl als 74° 35′ an, und vergleichet sie mit der von Hr. *Cavendish* im Jahre 1775 gefundenen von 72° 30′, so weiset dies für 52 Jahre eine Abnahme von 2° 5′, d. i. 2′,4 jährlich aus. Ferner ergiebt sich aus Vergleichung letzterer Beobachtung mit der von *Gilpin* 1805 gefundenen Neigung von 70° 21′, für eine Zeit von 30 Jahren (1775 - 1805) eine Abnahme von 2° 9′, d. i. 4′,3 jährlich. Für das letztverwichene Jahrzehend setzt *Gilpin* die mittlere jährliche Abnahme zu 1′,4.

Richers Beobachtung in *Paris* 1671 (Neigung 75° 0′), verglichen mit der von *La Caille* 1754 (Neigung 72° 15′), ergiebt für 83 Jahre eine Abnahme von 2° 45′, d. i. 1′,96 jährlich. Diejenige von *La Caille*, verglichen mit der Beobachtung *Humboldts* 1806 (Neigung 69° 12′), ergiebt für 52 Jahre eine Abnahme von 3° 3′, d. i. 3′,52 jährlich. *Humboldts* Beobachtung 1806 (Neigung 69° 12′), verglichen mit seiner Beobachtung 1798 (Neigung 69° 26′), ergiebt für 8 Jahre eine Abnahme von 14′, d. i. 1′,75 jährlich.

Die Londoner und Pariser Beobachtungen stimmen also darin überein, daſs in der ersten Hälfte des verflossenen 18ten Jahrhunderts die Neigung ungefähr um 2′, in dessen letzter Hälfte ungefähr um 4′ und zu Anfange des gegenwärtigen 19ten Jahrhunderts ungefähr um 1½′ alljährlich abnahm.

Ferner findet man für *Berlin*

1755 —	71°	45′	
1761 —	72	0	
1769 —	72	45	*Euler*
1806 —	69	53	*Humboldt.*

Von 1769 bis 1806 oder in 37 Jahren nahm also die Neigung um 2° 52′, d. i. um 4′,65 alljährlich ab.

In *Petersburg*	1755	—	73°	30′	*Euler* (Sohn)
	1769	—	73	35	*Mallet*
	1778	—	72	36	*Kraft**)
Von 1769 bis 1778 — 9 Jahre		—	0°	59′,	d. i. $6'\frac{5}{9}$ jährlich.

Zwar bemerket *Kraft*, die Neigung habe wieder zugenommen, und giebt sie im Jahre 1802 zu 76° 42′ an; aber ein Blick auf die Neigungskarte nebst weiter unten zu erklärenden theoretischen Gründen macht diese Beobachtung sehr verdächtig.

In *Rom*	1640	—	65°	40′	*Kircher*
	1806	—	61	57	*Humboldt*
	166 Jahre	—	3°	45′,	d. i. 1′,3 jährlich.

Endlich in *Kopenhagen*	1773	—	71°	45′	*Lous*
	1791	—	71	$20\frac{5}{12}$	*Bugge*
	1813	—	71	26	*Wleugel*
Von 1773 bis 1791 — 18 Jahre		—	0°	$24'\frac{7}{12}$,	d. i. 1′,36 jährlich.

Da nun die neueste Neigungskarte ungefähr auf das Jahr 1780 passen soll (welches Jahr in die Mitte der ältesten und neuesten Beobachtungen fällt, nach denen die Karte construirt ist) und *Humboldts* Beobachtungen in Europa in den Jahren 1805 und 1806 gemacht sind, so muſs man nothwendig die jährliche Abnahme in Betracht ziehen. Nun ergeben die angeführten Beobachtungen fast einstimmig für das letzte Viertel des verflossenen Jahrhunderts eine jährliche Abnahme von 4′; man kann also in diesen 25 Jahren die Abnahme auf $4' \times 25 = 100' = 1° \, 40'$ rechnen. Wenn man demnach *Humboldts* Beobachtungen um $1\frac{2}{3}$ Grad vermehrte, würden sie ungefähr zu der Karte passen.

Vergleichet man nun *Wilckes* Karte mit derjenigen für 1780, so sieht man, daſs die Linie ohne Neigung im Chinesischen Meere, wo sie nach *Cunninghams* Beobachtungen gezogen ist, ungefähr in $19\frac{1}{2}$ Grad N. Br. liegt. Auf

*) Acta Acad. Petrop. An. 1778, Pars II.

der neuesten Karte liegt sie, wie oben gezeigt, in $9\frac{1}{2}°$ N. Br. Diese Linie hat sich also in 80 Jahren 10° südlich gezogen, d. h. die nördliche Neigung hat an dieser Stelle um 20° zugenommen; denn in $19\frac{1}{2}°$ N. Br. lag 1780 eine Linie von 20° N. Neigung. Die südlichen Neigungen haben ungefähr um eben so viel abgenommen.

Eine gleiche Veränderung findet man bey Südamerika von *Feuillées* bis *La Perousens* Zeit: die Neigungslinien nämlich sind bedeutend nach Süden vorgerückt. *Cook* beobachtete auf seiner ersten Reise in der Good Succefs Bay in Le Maires Strafse den 24 Januar 1769 die Neigung = 65° 0′, und in der Nähe fand *Feuillée* dieselbe 70° 0′. Eine ähnliche Abnahme von ungefähr 5° wird sich bey Vergleichung der übrigen Beobachtungen des *Feuillée* längs der Westküste Südamerikas mit den eben daselbst angestellten neuern des *La Perouse* und *Vancouvers* zeigen. *Feuillée* fand im Jahre 1710 die Neigung in Lima = 18° 50′ S. und *Humboldt* im Jahre 1799 = 9° 59′, d. i. in 89 Jahren eine Abnahme von 8° 51′ oder 5′,7 jährlich. *Bouguer* beobachtete 1742 im Novbr. die Neigung in Quito = 10° 0′ N., *Humboldt* eben daselbst 1799 = 13° 22′ N.; also in 57 Jahren eine Zunahme von 3° 22′, d. i. 5′,5 jährlich. In Südamerika nimmt dem zufolge die südliche Neigung ab, die nördliche zu.

Eine eben so merkliche Veränderung zeigt sich endlich am Nordcap und bey Nova-Zembla von *Hudsons* bis auf unsere Zeit. Dort wie hier fand jener die Neigung fast 85°. Am Nordcap fand *Bayley* sie im Jahre 1769 = 79°, und in Nova-Zembla kann sie nach der Karte nicht mehr als 76°-77° betragen.

Mit wenigen Worten also: *die nördliche Neigung nimmt in Nordamerika zu, in Europa ab, allein im östlichen Asien und bey Japan wieder zu; die südliche Neigung nimmt bey Südamerika ab, ist um das Vorgebirge der guten Hoffnung beständig, und nimmt bey den Sundainseln und Neuholland ab.*

Wir gehen nun zu dem dritten magnetischen Phänomen, nämlich den *magnetischen Kräften* über.

Graham, als er seine Beobachtungen über die Neigung in London anstellte, fand sie im April 1723 mit einer Nadel von 12″,1 Länge = 74° 30′; die Nadel machte in 350 Terzen 50 Schwingungen: darnach berechnete er

nun, dafs die magnetische Kraft in London $\frac{1}{398}$ der Schwere betrage. Eine solche Vergleichung zwischen der magnetischen Kraft und der Schwere ist freilich, da beide nach so verschiedenen Gesetzen wirken, etwas mislich. Richtiger wäre es wohl, die magnetische Kraft mit sich selber zu vergleichen, um auszumitteln, ob sie an verschiedenen Orten der Erde verschieden sey.

*Mallet**) fand am 19 April und 18 May 1769 mit einer 6 Zoll langen, in Paris verfertigten Nadel die Abweichung in Ponoi 1° 10′ O. Er erzählt, dafs er in drey Monaten weder in der Abweichung noch in der Intensität eine Veränderung gefunden habe. Er liefs nämlich die Nadel in einem Bogen von 10° - 12° (auf jeder Seite des magnetischen Meridians) oscilliren. Zu den vier ersten Oscillationen gebrauchte die Nadel, gerade wie zu Petersburg im Aug., 14 Sekunden. Die Neigung zeigte sich am 18 und 19 März 1769 im Mittel von zwey verschiedenen Nadeln 76° 30′; zu Petersburg betrug sie dasselbe Jahr 73° 30′. Aber weiter unten soll dargethan werden, dafs die horizontale oder Abweichungsnadel nicht mit der ganzen magnetischen Kraft, sondern nur mit einem Theile derselben schwinge, der mit dem Cosinus der Neigung proportionirt ist. Je gröfser also die Neigung wird, desto geringer ist derjenige Theil der magnetischen Kraft, welcher auf die horizontale Nadel wirkt. Man könnte hieraus also folgern, die magnetische Kraft in Petersburg verhalte sich zu der magnetischen Kraft in Ponoi, wie der Cosinus von 76° 30′ zu dem Cos. von 73° 30′, wofern die Anzahl der Oscillationen nicht zu klein wäre, um ein einiger Mafsen genaues Resultat erwarten zu dürfen.

*Coulomb***) beweist, dafs die Schwingungen der Neigungsnadel sich nach dem Pendulgesetze richten, und die magnetischen Kräfte sich daher, wie das Quadrat der Anzahl der Schwingungen in gleich grofsen Zeiten verhalten. Dem zufolge wäre es die sicherste Methode zur Entdeckung der Veränderung der magnetischen Kräfte, wenn man *eine und dieselbe* Neigungsnadel an verschiedenen Orten in gleich viel Zeiteinheiten schwingen liefse. *Lamanon* hat, wie man sieht, eine Menge dergleichen Beobachtungen angestellt (er erwähnt

*) Nov. Comment. Petrop. Tom. XIV., pars 2da. An. 1769 pag. 33; de ac. magn. decl. Ponoi ann. 1769 obs.

**) Grens neues Journal der Physik B. II. S. 299.

ihrer, wo mir recht, in einem Briefe aus der Insel St. Catharina, der sich in *La Perousens* Werke befindet); aber seine so wichtigen Beobachtungen gingen mit den übrigen Resultaten dieser weitläuftigen Reise verloren.

Der erste und einzige, von dem man meines Wissens eine ganze Reihe solcher Beobachtungen besitzt, ist Hr. *v. Humboldt*. In einem Briefe an *La Lande**), datirt Caraccas den 14 Dec. 1799, stehen folgende Beobachtungen:

Beobachtungsort, Jahr 8.	Breite nördl.	Länge Ferro.	Neigung in alten Graden.	Schwingungen in 10 Minuten.
		östlich.		
Paris	48° 50′¼	20° 0′	69° 28′	245
Nimes	43 50 ¼	21 59	65 23	240
Montpellier	43 36 ½	21 52 ½	65 53	245
Marseille	42 17 ⅝	23 3 ½	65 10	240
Perpignan	42 41 ⅝	20 33 ½	65 18	248 ?
Barcellona	41 23 ⅛	19 52	64 37	245
Madrid	40 25 1/10	13 58	67 41	240
Valenzia	39 29	17 29	63 38	235
Medina del Campo	. . . . . .	. . . . . .	66 9	240
Guadarama	. . . . . .	. . . . . .	66 9	240
Ferrol	43 29	9 24 ½	68 52	237
	38 52¼	5 40	67 40	242
	37 14⅛	3 30	67 30	242
	32 16	2 52 ½	64 21	240
		westlich.		
	25 15	0 36	60 18	239
Auf dem Atlantischen Meere	21 36	5 39	57 49	237
	20 8	8 34	56 42	236
	14 20	28 3	52 55	239
	12 34	33 14	45 8	234
	10 46	41 24	41 46	229
	10 59½	44 51 ½	41 57	237
Cumana	10 27	46 31	39 47	229

*) Annalen der Physik, Jahrgang 1801, Stück III., 7 Band, 3 Stück.

Ferner findet man in den Annalen der Physik, Jahrg. 1805, St. 7, eine Abhandlung: Ueber die Variationen des Magnetismus der Erde in verschiedenen Breiten von H. H. *v. Humboldt* und *Biot.* Hier stoſsen wir auf folgende Beobachtungen von *Humboldt* in Amerika:

Beobachtungsort.	Breite.	Länge Ferro.	Neigung in alten Graden.	Schwingungen in 10 Minuten.
		westlich.		
Lima	12° 2′ $\frac{1}{2}$ S.	59° 33′	9° 59′ S.	219
Magnetisch. Aequator in Peru	7 1	60 4	0 0	211
Tompenda	5 31	60 27	3 11 N.	213
Loxa	4 0	61 12	5 24	212
Cuença	2 54 $\frac{1}{8}$	60 45	8 45	214
Quito	3 15 $\frac{1}{4}$	60 15	13 22	218
St. Antonio	0 0	60 12	14 25	220
St. Carlos del Rio Negro . .	1 52 N.	50 10	20 47	216
Popayan	2 24 $\frac{1}{2}$	58 45	20 53	223
Javita	2 49	50 30	24 19	218
Esmeralda	3 13 $\frac{1}{2}$	48 38	25 58	217
Sta. Fé de Bogota	4 36	56 37	24 16	226
Carichana	6 54	50 18	30 24	227
St. Thomas de la Guyana . .	8 8 $\frac{2}{7}$	46 26	35 6	222
Carthagena	10 26	58 2	35 15	240
Mexico	19 26	81 22	42 10	242
		östlich.		
St. Crux Teneriffa	28 28 $\frac{1}{2}$	1 23	62 25	238
Atlantisches Meer	38 52	3 40	68 11	242

Endlich enthält *Voyage de Dentrecasteaux redigée par Rossel, Tome II.*, **folgende Beobachtungen von** *Bertrand* und *Pierson:*

Beobachtungsort.	Breite.	Länge Paris.	Abweichung.	Neigung.	Länge einer Oscillation
Brest 20 Sept. 1791 .	. . . . .	. . . .	. . . .	71° 30′ N.	2″,0200 A
S. Croix Tener. 21 Oct.	. . . . .	. . . .	. . . .	62 25	2″,0810 A
Port du Nord V. Diem. Land 11 May 1792	43° 32′¼ S.	144° 36′½	8° 1′⅐ O.	70 50 S.	1″,8690 A
Amboina 9 Oct . . .	3 41⅔	125 47	. . . .	20 37	2″,4030 A
Port d. Sud V. D. Land 7 Febr. 1793	43 34½	144 36½	2 52	72 22	1″,8498 A
Ibid.	. . . . .	. . . .	. . . .	70 48	1″,8170 B
Surrobaya auf Java 9 May 1794	7 14⅓	110 19	. . . .	25 40	2″,4290 A
Ibid.	. . . . .	. . . .	. . . .	25 40	2″,4850 B

Die B bezeichneten Beobachtungen sind mit einer andern Neigungsnadel gemacht.

Um diese Beobachtungen mit den oben angeführten Humboldtschen in Verbindung setzen zu können, ziehen wir folgende Schlüsse: *de Rossels* Nadel brauchte zu einer Schwingung auf St. Croix in Teneriffa 2″,081, machte also 288 Schwingungen in 10 Minuten. Allein hier machte *Humboldts* Nadel 238 Schwingungen in derselben Zeit; berechnet man also, wie viele Schwingungen *de Rossels* Nadel an jedem der angeführten Orte in 10 Minuten oder 600 Sekunden machte, und multiplicirt ihre Anzahl mit $\frac{238}{288} = \frac{119}{144}$, so erhält man die Anzahl der Schwingungen, welche *Humboldts* Nadel an dieser Stelle in 10 Minuten gemacht haben würde, woraus sich wieder auf das Verhältniſs zwischen den Intensitäten schlieſsen läſst. Oder, da die Anzahl der Schwingungen mit derselben Nadel und in derselben Zeit im umgekehrten Verhältnisse mit der zu jeder einzelnen Schwingung gebrauchten Zeit steht, so kann

man auch so schließen; die Länge einer Schwingung von *de Rossels* Nadel am Orte *L* verhält sich zu der Länge einer Schwingung derselben Nadel auf St. Croix, wie die Anzahl der Schwingungen von *Humboldts* Nadel auf St. Croix in 10 Minuten (238) zu der Anzahl der Schwingungen von *Humboldts* Nadel am Orte *L* in 10 Minuten; also

2″,0200 : 2″,081	=	238 : 245,1	Schwing.	von	*Humboldts*	Nadel	in	Brest		
1″,8690 : 2″,081	=	238 : 265	—	—	—	—	—	Port du Nord		
2″,4030 : —	=	— : 206	—	—	—	—	—	Amboina		
1″,8498 : —	=	— : 268	—	—	—	—	—	Port du Sud		
2″,4290 : —	=	— : 204	—	—	—	—	—	Surrobaya.		

Man ersieht hieraus, daſs *Humboldts* Nadel in Brest ungefähr 245 Schwingungen in 10 Minuten gemacht haben würde, also wie in Paris, welches auch bey der geringen Entfernung beider Orte wahrscheinlich ist. Ferner ersieht man, daſs *Humboldts* Nadel in Amboina 206 Schwingungen und in Surrobaya auf Java 204 Schwingungen in 10 Minuten, also vermuthlich noch einige Schwingungen weniger unter dem magnetischen Aequator in der Nähe der Philippinen gemacht haben würde, da sie doch unter dem magnetischen Aequator in Peru 211 Schwingungen machte. Dies leitet zu dem Schlusse, daſs zwar die Schwingungen der Nadel langsamer werden, wenn man sich dem magnetischen Aequator nähert; daſs aber die Länge des Ortes ebenfalls auf die Anzahl der Schwingungen Einfluſs habe. Endlich ersieht man, daſs *Humboldts* Nadel in Port du Nord auf Van Diemens Land 265 Schwingungen, und in Port du Sud ebendaselbst 268 Schwingungen in 10 Minuten gemacht haben würde, da sie doch blos 245 Schwingungen in Paris machte, wo die Neigung doch fast eben so groſs wie in Port du Nord auf V. D. Land ist; hieraus folgt ebenfalls, daſs die Anzahl der Schwingungen mit der Neigung zunehme, obzwar unter allen Meridianen nicht gleich viel.

Nimmt man nun die Quadrate der Schwingungszahlen in 10 Minuten, so werden diese mit den magnetischen Kräften proportionirt. Bey dieser Vergleichung wollen wir mit *Humboldt* die Kraft unter dem magnetischen Aequa-

tor in Peru, welche er für die schwächste hält, = 1 setzen, und die Orte nach der Gröſse der Neigung ordnen, so wie folgende Tabelle es ausweist:

Ort.	Länge von Ferro.	Magnetische Neigung	Magnetische Kraft, wenn sie in Peru = 1 ist.
	östlich.	südl.	
Port du Nord	164° 36′	70° 50′	1.5773
Port du Sud .	164 36	70 48	1.6133
Surrobaya . .	130 19	25 40	0.9348
Amboina . .	145 47	20 37	0.9552
	westl.		
Lima	59 33	9 59	1.0773
Magn. Aequat.	60 4	0 0	1.0000
		nördl.	
Tompenda .	60 27	3 11	1.0191
Loxa	61 12	5 24	1.0095
Cuença . . .	60 43	8 43	1.0286
Quito	60 15	15 22	1.0675
St Antonio .	60 12	14 25	1.0871
St. Carlos . .	50 10	20 47	1.0480
Popayan . .	58 45	20 53	1.1170
St Féd. Bogota	56 37	24 16	1.1475
Javita	50 30	24 19	1.0675
Esmeralda . .	48 38	25 58	1.0577
Carichana . .	50 18	30 24	1.1575
St. Thomas .	46 26	35 6	1.1070
Carthagena .	58 2	35 15	1.2938
Cumana . . .	46 31	39 47	1.1779
Atlant. Meer	41 24	41 46	1.1779
	44 31	41 57	1.2617

Ort.	Länge von Ferro.	Magnetische Neigung	Magnetische Kraft, wenn sie in Peru = 1 ist.
Mexico . . .	81° 22′	42° 10′	1.3155
Atlant. Meer	33 14	45 8	1.2500
	28 3	52 55	1.2830
	8 54	56 42	1.2510
	5 39	57 49	1.2617
	0 36	60 18	1.2830
	östl.		
St. Cruz Teneriffa . . .	1 25	62 25	1.2723
Valenzia . . .	17 29	63 38	1.2405
Atlant. Meer	2 52	64 21	1.2938
Barcellona . .	19 52	64 37	1.3482
Marseille . .	23 3	65 10	1.2938
Nimes	21 59	65 23	1.2938
Montpellier .	21 32	65 53	1.3482
Medina del Campo . . .	. . .	66 9	1.2938
Atlant. Meer	3 30	67 30	1.3155
	3 4	67 40	1.3155
Madrid . . .	13 58	67 41	1.2938
Atlant. Meer	3 40	68 11	1.3155
Ferrol	9 24	68 32	1.2617
Paris	20 0	69 28	1.3482
Brest	13 9	71 30	1.3482

Aus dem Obigen entdeckt man folgende Regeln für die Zunahme der magnetischen Kraft: a) *Im Ganzen nimmt zwar die Kraft zu, wenn die Neigung zunimmt; doch gilt dieses nur, wenn die Orte ungefähr dieselbe Länge haben.* Z. B. vom magnetischen Aequator in Peru bis nach St. Antonio liegen

alle Oerter fast in *einer* Länge, und die Kraft wächst regelmäſsig mit der Neigung. Dasselbe gilt von Esmeralda, St. Thomas, Cumana u. s. w. b) *Wenn 2 Orte dieselbe Neigung haben, so ist* (von Amerika ausgegangen) *die Kraft im westlichsten am stärksten, und nimmt gegen Osten sogar bedeutend ab.* Z. B. St. Carlos und Popayan; Sta. Fé verglichen mit Javita und Esmeralda, St. Thomas mit Carthagena. Die magnetische Kraft in Mexico ist fast eben so groſs wie in Paris, und doch findet an beiden Orten ein Unterschied über 27° in der Neigung statt; in Neucambridge in Nordamerika ist die Neigung ungefähr so groſs als in Paris*), aber die magnetische Kraft muſs dort weit gröſser seyn als in Mexico, also auch weit gröſser als in Paris; der Längenunterschied zwischen Neucambridge und Paris ist aber fast 90°. c) Die zweyte Regel kann vielleicht bestimmter so ausgedrückt werden: *in jeder Neigungslinie, also auch im magnetischen Aequator, ist die Kraft am stärksten im westlichsten Theile von Amerika, und nimmt ab, wenn man sich Europa in der nördlichen und Afrika in der südlichen Kugel nähert, bis sie ein gewisses Minimum erreicht, worauf sie weiter nach Ost, wenn man sich Neuholland nähert, wieder zunimmt.* Dieser Punkt des magnetischen Aequators, wo die magnetische Kraft ihr *kleinstes Minimum***) hat, muſs doch Neuholland näher liegen, als Peru, da die Kraft in letzterem Lande gröſser ist, als im ersteren. d) *In einem und demselben Meridian scheint die Kraft* (bey gleichem Zuwachse der Neigung) *schneller in Amerika und bey Neuholland, als bey Afrika und Europa zuzunehmen.* Z. B. die Intensität in Surrobaya verhält sich zu der Intensität in V. Diemens Land ungefähr wie 1 : 1,7; von der geschwinden Zunahme der Intensität zwischen Peru und Mexico ist schon oben geredet.

Es ist zu verwundern, daſs *Humboldt* und *Biot* diese Gesetze nicht bemerkt haben. *B.* sagt, die Reihe der Intensitäten sey auſserordentlich *bizarr*, Localumstände (Magnetberge, Basalt u. dgl.) müſsten also darauf vielen Einfluſs haben. Bizarr kann man doch Veränderungen nicht nennen, welche sich durch so einfache Gesetze ausdrücken lassen, wie die angeführten, und so all-

*) Sie ist 69° 41′.

**) Die Kraft dieses Punktes könnte am bequemsten als Einheit der Intensitäten angenommen werden.

gemein ohne Ausnahme gelten. Ziehet man aber nicht die Länge in Betracht, so muſs man sich freilich wundern, daſs die Kraft zwar im Ganzen nach den Polen hin zunimmt, aber daſs von 2 Orten, die vom magnetischen Aequator gleich entfernt liegen, der eine weit stärkere magnetische Kräfte, als der andere besitzt, ja daſs die Kräfte bisweilen abnehmen, wenn die magnetische Breite zunimmt, wie dies bey Carichana und St. Thomas, bey Carthagena und Cumana u. s. w. der Fall ist.

Hr. *v. Humboldt* machte später, vom 15 März 1805 bis 1 May 1806, eine Reise in Frankreich, der Schweiz und Italien, auf welcher er ähnliche Beobachtungen anstellte. Auf Veranlassung dieser Beobachtungen findet sich eine Abhandlung in den Annalen der Physik, Jahrg. 1808 St. 3. (XXVIII. B. 3 St.), unter dem Titel: *Beobachtungen über die Stärke und über die Neigung der magnetischen Kräfte, angestellt in Frankreich, der Schweiz, Italien und Deutschland von Humboldt und Gay-Lussac.*

H. fand die vorige Messungsart der magnetischen Kraft unbequem; auch kann die Neigungsnadel ihre Kraft verlieren, wodurch das Resultat unrichtig wird. Er bediente sich also diesmal einer horizontalen Nadel, die er auf beiden Seiten des magnetischen Meridians schwingen lieſs. HOC (Fig. 5) sey die Fläche des magnetischen Meridians, OH eine horizontale Linie, OC eine vertikale, HOL die Neigung der Nadel $= I$. Ist die ganze Kraft, die nach der Direktion OL wirkt, $= F$, so ist der Theil derselben, der nach OH wirkt $= F.\cos I$. Nun sey (N) die Anzahl der Schwingungen, welche die Nadel macht, wenn sie von der ganzen Kraft gegen die Direktion OL getrieben wird, (n) die Anzahl der Schwingungen, welche sie in einer horizontalen Fläche auf beiden Seiten von OH macht; so verhalten sich die Kräfte wie die Quadrate der Anzahl der Schwingungen, also

$$F : F.\cos I = N^2 : n^2, \text{ und } \sqrt{F} : \sqrt{F.\cos I} = N : n;$$

folglich

$$N = \frac{n\sqrt{F}}{\sqrt{F.\cos I}} = \frac{n}{\sqrt{\cos I}}.$$

Läſst man nun diese horizontale Nadel in einer gewissen Menge von Zeiteinheiten in Paris schwingen, so könnte man daraus berechnen, wie viele Oscil-

lationen dieselbe Nadel in derselben Zeit in der Lage der Neigungsnadel machen würde, und da eine Nadel, die in Paris 245 Schwingungen macht, in derselben Zeit 211 Schwingungen unter dem magnetischen Aequator in Peru macht, so läfst sich mit deren Hülfe die magnetische Kraft an jedem Orte mit der magnetischen Kraft unter dem Aequator in Peru vergleichen.

Durch diese Versuche fand Hr. *v. Humboldt*, dafs der horizontale Theil der Kraft von Paris aus nach Süden zunimmt. Man könnte sich einen Punkt denken, von welchem sie wieder abzunehmen anfinge; allein dieser Punkt mufs südlicher als Neapel liegen; denn bis nach Neapel nahm die Anzahl der horizontalen Schwingungen in derselben Zeit beständig zu, d. h. der horizontale Theil der Kraft vermehrte sich. Die ganze Kraft hingegen nahm, wie die folgende Tabelle ausweiset, ab.

Ort.	Länge von Ferro.	Magnetische		Ort.	Länge von Ferro.	Magnetische	
		Neigung in alten Graden.	Kraft, wenn die Kraft unterm Aequat. = 1 ist.			Neigung in alten Graden.	Kraft, wenn die Kraft unterm Aequat. = 1 ist
Berlin	31° 0′½	69° 53′	1.3703	Lans-le Bourg am Fufse des Cenis	. . . .	66 9	1.3227
Göttingen . .	27 33	69 29	1.3485	Hospiz auf d. Cenis	. . . .	66 22	1.3441
Paris	20 0	69 12	1.3482	Turin	25° 20′	66 3	1.3364
Tübingen . .	26 43¼	68 4	1.3569	Mailand . . .	26 51	65 40	1.3121
Altorf	. . . .	66 53	1.3228	Florenz . . .	28 55	63 57	1.2782
Ursern am St. Gothard . .	. . . .	66 42	1.3069	Rom	30 7½	61 57	1.2642
Hospiz auf d. St. Gothard	. . . .	66 22	1.3138	Neapel	31 56	61 35	1.2745
Airolo an dess. südl. Abh. .	. . . .	65 55	1.3090	Portici am Vesuv	. . . .	60 50	1.2883
Como	. . . .	66 12	1.3104	Crater des Vesuvs	. . . .	62 0	1.1933
Lyon	22 29	66 14	1.3334				
St. Michel . .	. . . .	66 12	1.3488				

Hier scheint die magnetische Kraft nicht weiter gen Osten abzunehmen, sondern eher zu wachsen. Der Unterschied der Länge zwischen Paris und

Berlin beträgt 11°, und die Neigung ist nicht sehr verschieden, aber die magnetische Kraft in Berlin ist ungleich gröſser als in Paris. Dasselbe gilt von Paris und Göttingen. Neapel hat weniger Neigung als Rom, und doch gröſsere magnetische Kraft; liegt aber fast 2° östlicher. Ist dieses richtig, so nimmt in derselben Neigungslinie die magnetische Kraft von Amerika aus ab, bis man in nördlichen Breiten ungefähr den *Meridian von Paris* erreicht; weiter östlich nimmt sie wieder zu; in der Nähe des Aequators scheint dieses Minimum etwas östlicher, nämlich nach der *Ostküste Afrikas* hin zu fallen.

In der zuerst angeführten Abhandlung von *Humboldt* und *Biot:* Ueber die Variationen des Magnetismus der Erde u. s. w. bestimmt *Biot* die Lage des magnetischen Aequators in der Voraussetzung, es sey ein gröſster Kreis, aus *Humboldts* Beobachtungen der Neigung = 0 in Amerika, in 7° 1′ S. Br. und 80° 41′ W. L. von Paris, verglichen mit *La Perousens* Beobachtung der Neigung = 0 in 10° 57′ S. Br. und 25° 25′ W. L. Paris, und findet, er mache einen Winkel mit der Fläche des Erdäquators = 10° 58′ 56″, und sein westlicher Knoten liege unter 120° 2′ 5″ W. Länge von Paris, nicht weit von den Gallipagos Inseln; der östliche in 59° 57′ 55″ O. Länge von Paris; also im Indischen Meere. Hierauf sucht er eine Formel für die magnetische Neigung*), wenn die Kraft der ganzen Axe in zwey Punkten gesammelt gedacht wird, und berechnet mit Hülfe derselben die Neigung an den Orten, wo sie von *Humboldt* durch Beobachtung gefunden ist. Nun ist aber im Vorhergehenden bewiesen, die von *Lamanon* angestellte Beobachtung von 0° Neigung an der Küste von Südamerika sey sowohl nach dem einstimmigen Zeugnisse der Beobachtungen aller anderen Seefahrer, als nach seinen eigenen vor- und nachherigen, welche den Nulpunkt in eine gröſsere südliche Breite setzen, falsch. Die dadurch gefundene Lage des magnetischen Aequators ist also unrichtig. Aber, dies bey Seite, so sieht man leichtlich ein, daſs eine

*) Setzt man den Winkel, welchen die magnetische Richtung (die Neigungsnadel) mit der Axe des Erdmagneten macht = β, und das Complement der magnetischen Polhöhe = u, so findet er $\tang \beta = \frac{\sin 2u}{\cos 2u + \frac{1}{3}}$, eine Formel, welche ich auf einem ganz andern Wege gefunden habe; siehe Hauptstück 5.

Hypothese, welche den magnetischen Aequator für einen größten Kreis, und die Magnetaxe für einen Durchmesser in der Erde, oder wenigstens für einen Theil desselben annimmt, niemals die doppelte Krümmung der Neigungslinien und der Linie ohne Neigung, welche wir aus dem obigen kennen gelernt haben, ausdrücken könne. Denn es muß die Formel, wenn die magnetische Breite dieselbe ist, für alle Längen dasselbe Resultat geben, und alle Neigungslinien müssen kleine Cirkel werden, parallel mit dem größten Kreise, dem magnetischen Aequator.

Eben so wenig läßt sich aus dem Gesagten, ohne in der Lage der Magnetaxe eine starke Excentricität anzunehmen, die oben bewiesene verschiedene Intensität in derselben Neigungslinie erklären. Dies gesteht *B.* selbst zu, und sagt, seine Formel gebe den Zuwachs der magnetischen Kraft erstens zu klein, und in größeren Breiten zu groß. Er giebt daher seine Hypothese für keine wirkliche Theorie aus, sondern betrachtet sie nur als eine mathematische Darstellungsart, und sagt anlangend die Abweichung und die Intensität: "Was die Abweichung und Intensität betrifft, so gestehen wir unverhohlen, daß wir von ihren Gesetzen und ihren Ursachen schlechterdings nichts wissen. Sollte ein Physiker so glücklich seyn, sie auf ein einziges Princip zurückzuführen, welches zugleich die Variationen der Inclination erklärte, so würde das unstreitig eine der schönsten Entdeckungen seyn, die je gemacht worden. Diese ausnehmend schwierige Untersuchung dürfte jedoch, um mit Glück versucht zu werden, mehr Beobachtungen, und vor allen Dingen mehr genaue Beobachtungen erfordern, als wir bisher besitzen" u. s. w.

Mit Recht konnte *Wilcke* im Jahre 1768 aus Verdruß über die mangelnden Beobachtungen ausrufen: *"Men när skal den tiden komma, då en Bering, Drake eller Anson för oss uptäke, hvad som föregår uti det vidsträckta, med okända kuster omgifna, stilla Hafvet, hvarifrån alla Magnetsystemer sakna och behöva nya Underrättelser"**). Jetzt aber, da diesem Bedürfnisse durch die unzähligen spätern Reisen im Südmeere, besonders von *Cook*, *Vancouver*,

*) Aber wann wird die Zeit kommen, wo uns ein Bering, Drake oder Anson entdecket, was in dem weitausgedehnten, mit unbekannten Küsten umgebenen, stillen Meere vorgeht, woher alle Magnetsysteme neue Nachrichten vermissen und bedürfen.

La Perouse und *Krusentern*, abgeholfen worden, da die für die Theorie besonders wichtigen Sibirischen Beobachtungen von 1769 und *Schuberts* von 1805 dazu gekommen sind, jetzt, da es von 70° nördlicher bis 70° südlicher Breite fast keine Fläche von 10° in die Breite und in die Länge giebt, worauf nicht magnetische Beobachtungen angestellt wären, ist es unbillig, über die *geringe Zahl* von Beobachtungen zu klagen, wenn man sich nur der mühsamen Arbeit unterziehen will, dieselben zu sammeln; auch sind sie *genau genug*, wofern man sie nur mit der gehörigen Vorsicht und Kritik benutzt. Eine trockene Erklärung, oder Darstellung der Ursachen der bisher vorgelegten Phänomene ist (wie ich in der Folge zu beweisen hoffe) nicht so schwierig aufzufinden. Was aber eine vollständige Magnetentheorie betrifft, so bin ich mit *Euler* und *Biot* einig, daſs dies eine dornenvolle Materie ist, welche vielleicht kaum die ersten zwey oder drey Decennien mit den angestrengtesten Kräften zu verarbeiten vermögen.

Nach Darlegung der Erfahrungsdata in diesem und dem vorhergehenden Hauptstücke, gehen wir nun zur Untersuchung der Zahl, Lage und Bewegung der Magnetpole der Erde über, wovon das folgende Hauptstück handeln wird.

Drittes Hauptstück.

Bestimmung der Zahl, der Lage und des periodischen Umlaufes der Magnetpole um die Erdpole.

Jedes der drey in den vorigen Hauptstücken aufgeführten magnetischen Phänomene, Abweichung, Neigung und Intensität, kann auf die Vermuthung der Nähe eines Magnetpoles führen; nämlich:

a) *Eine starke Convergenz der Lage der Magnetnadel und schnelle Veränderung der Abweichung bey geringer Veränderung der Länge.* Also grofse westliche und östliche Abweichungen neben einander, und auf der Abweichungskarte dichtes Zusammendrängen der Abweichungslinien läfst einen Magnetpol vermuthen.

b) *Zunahme der Neigung.* Zeiget sich also in derselben Breite oder demselben geographischen Parallelkreise, dafs die Neigung zunimmt, so ist dies eine Anzeige, dafs man sich einem Magnetpol nähere. Folglich müssen sich an dieser Stelle die Neigungslinien vom Pol entfernen, und dem Aequator nähern, d. h. eine Biegung bilden, deren Höhlung dem Pol, und deren erhöhete Seite dem Aequator zugekehrt ist.

c) *Zunahme der magnetischen Kräfte* in demselben geographischen Parallelkreise.

Betrachtet man die Abweichungskarte für 1770, so zeigt sich an der Hudsonsbay eine starke westliche Abweichung, welche vom Südende der Bay bis zum Anfange der Strafse in einem etwas über 10° betragenden Abstande von Süd nach Nord von 10° bis 45° zunimmt. An der Westseite Amerikas findet man eine fast eben so starke östliche Abweichung in der Nähe der Beringsstrafse. Dies gewährt also die Vermuthung eines Magnetpoles in der Nähe der Hudsonsbay.

Unterhalb Neuhollands trifft man wieder eine ähnliche Lage der Abweichungslinien, und eine eben so starke westliche Abweichung; hier ist also auch ein Magnetpol anzunehmen.

In der Nähe des Feuerlandes haben die Abweichungslinien wieder eine ähnliche Form; hier ist, etwas östlich von demselben, ein Maximum östlicher Abweichung, und wiewohl man auf der entgegengesetzten Seite im Südmeere keine westliche Abweichung findet, so siehet man doch, daſs die östliche Abweichung bis zu einem gewissen Minimum von ungefähr 2° ab, und nachher gegen Neuzeeland wieder zunimmt.

In Sibirien bemerkt man, daſs die östliche Abweichung zuerst steiget, hierauf abnimmt und westlich wird, darauf bey Kamtschatka wieder östlich wird; die Form der östlichen Abweichungslinien gleicht der Form der Linien an den drey angeführten Stellen. Diese Anomalien in Sibirien und bey dem Feuerlande scheinen auf eine schwächere perturbirende Kraft hinzudeuten.

Ziehen wir die Neigungskarte zu Rathe, so sehen wir auf der Karte für 1780 eine der obenangeführten Biegungen oder Krümmungen gegen den Aequator bey allen Neigungslinien in Nordamerika nach der Hudsonsbay hin; und in demselben Parallelcirkel steht die Neigung da am höchsten. Eine gleiche Biegung und ein Maximum der südlichen Neigung treffen wir bey Neuholland. Eben das findet etwas westlich vom Feuerlande und in Sibirien statt; doch ist die Krümmung hier geringer, als an den zwey obenangeführten Orten.

Endlich ward im vorigen Hauptstücke bewiesen, daſs die magnetische Kraft von Amerika nach Europa zu abnimmt, wo sie ihr Minimum erreicht zu haben scheint, und daſs sie weiter ostwärts wieder zuzunehmen anfängt; ferner, daſs die Zunahme der Intensität von Surrobaya bis zur Spitze von Van Diemens Land, so wie von dem magnetischen Aequator in Peru bis nach Mexiko gröſser ist, als die Zunahme zwischen zwey Orten, von denen der eine in Amerika und der andere in Europa liegt.

Da also alle drey magnetischen Phänomene hierin übereinstimmen, so hat man gegründete Ursache, an folgenden vier Punkten der Erde einen Magnetpol zu vermuthen: 1) in der Nähe der Hudsonsbay, 2) südlich vom Van Diemens Lande, 3) im sibirischen Eismeere, 4) im Südmeere unweit des Feuerlandes.

Die Karte No. XII. stellt zwey Segmente der nördlichen und südlichen Erdkugel vom 40° der Breite bis zu den Polen dar. Auf dem südlichen Seg-

mente sind mehrere Abweichungsbeobachtungen angegeben, welche die Capitaine *Cook* und *Fourneaux* bey ihrer Umsegelung des Südpoles in den Jahren 1773 und 1774 gemacht haben. Auf dem nördlichen Segmente findet man ähnliche Beobachtungen von Capt. *Cook*, Capt. *Phipps*, Command. *Löwenörn*, Etatsr. *Schubert*, Comm. *Billings* und andern, alle zwischen den Jahren 1769 und 1805. Die auf der Karte angegebenen Pfeile bezeichnen die Stellung der Compaßnadel; der vom Pole abgekehrte Endpunkt des Pfeiles bezeichnet den Beobachtungsort, und der Winkel, welchen der Pfeil mit einer durch den Erdpol und jenen Endpunkt gezogenen geraden Linie macht, giebt die magnetische Abweichung oder Deklination an.

Auf dem südlichen Segmente wird man eine starke Convergenz zwischen diesen magnetischen Direktionslinien vom Meridian 80° oder 90° O. von Greenwich bis zum 130° O. Greenw. finden, und aus der Verlängerung der Pfeile ergiebt es sich, daß sie ungefähr zwischen 130° und 140° Länge O. von Greenw. und in einem Abstande von 20°-21° von dem Pole zusammentreffen. Gehet man dagegen auf der einen Seite östlicher als der Meridian 140° von Greenw., oder nähert man sich auf der andern Seite dem Meridian 0°, oder gehet man noch westlicher, so sieht man, daß diese Convergenz aufhört, ja daß sie sich an einigen Stellen sogar in eine Divergenz verwandelt, und die verlängerten magnetischen Linien sich nirgends mehr in einem bestimmten Punkte schneiden. Zwischen 240° und 320° Länge convergiren jene Linien aufs neue, aber nach einem ganz andern Punkte, der ungefähr in 240° Länge und in einem Abstande von 12° vom Südpole liegt.

Ob diese Punkte die eigentlichen Magnetpole seyen, können wir noch nicht bestimmen, sondern wir wollen sie vorläufig nur die *magnetischen Convergenzpunkte* nennen, und den unter Van Diemens Land mit *A*, den andern im Südmeere hingegen mit *a* bezeichnen. Zu genauerer Bestimmung der Lage dieser Punkte, kann man sich folgender Methode bedienen. P (Fig. 8) möge der Erdpol seyn, PM und PL zwey Meridiane durch die beiden Punkte M und L; BM ein Bogen eines größten Kreises, welcher einen Winkel BMP mit dem Meridian PM bildet, der gleich der Abweichung in M ist; eben so möge der Winkel BLP gleich der Abweichung in L seyn. Der Punkt B, wo

diese beiden gröfsten Kreise sich schneiden, ist also der magnetische Convergenzpunkt. Ist nun die geogr. Länge und Breite der beiden Punkte M und L bekannt, so ist < MPL = dem Längenunterschiede, PM und PL = den Complementen der geogr. Breite der Punkte. Vermittelst dieser drey bekannten Data kann man im Dreiecke PML den Bogen ML und die Winkel PML und PLM berechnen. Im Dreiecke BML ist < BML = PML — BMP und BLM = PLM + BLP, und daraus sucht man entweder den Bogen LB oder MB. Endlich sind im Dreiecke LBP die Bogen BL und PL sowie der < BLP (Abweichung in L) bekannt, und daraus findet man BP, welches der Abstand des magnetischen Punktes vom Pol ist, und < BPL, welcher des Punktes Meridianunterschied von L ist.

Folgende Beobachtungen sind geeignet, diese Lage des Punktes *A* zu bestimmen:

Zeit.	Breite südl.	Länge Greenw. östlich.	Abweichung westl.	No.	Zeit.	Breite südl.	Länge Greenw. östlich.	Abweichung westl.	No.
Cook. 1773.					*Cook.* 1777.				
Febr. 15	57° 5′	80° 10′	38° 9′	1	Januar 8	47° 37′	99° 21′	25° 29′	15
17	57 54	83 25	40 40	2	9	47 56	102 36	24 7	16
18	58 3	84 44	38 49	3	10	48 20	106 14	23 57	17
19	58 49	91 2	41 51	4	14	47 19	115 28	17 34	18
20	58 46	91 58	40 51	5	*Fourneaux.* 1773.				
21	59 19	93 55	40 59	6	Febr. 18	52° 52′	91° 48′	31° 30′	19
25	60 50	96 10	43 7	7	20	52 20	99 23	30 11	20
—	60 58	97 26	41 4	8	21	52 8	100 6	29 11	21
März 3	60 12	110 52	39 15	9	23	52 16	105 14	25 1	22
6	59 56	119 7	52 11	10	24	52 2	107 27	22 22	23
7-8	59 44	121 19	28 44	11	25	51 52	111 16	20 52	24
10	57 22	130 2	12 56	12	—	51 21	113 5	23 27	25
11	58 55	151 38	9 30	13	27	50 34	118 51	15 37	26
13	58 44	153 50	9 6	14	28	49 30	124 17	11 18	27

Nach diesen Beobachtungen findet man die Lage des Punktes *A* folgender Maſsen:

Aus No.	Abstand vom Pol.	Länge östlich Greenw.	Aus No.	Abstand vom Pol.	Länge östlich Greenw.
9 und 11	20° 26′	138° 7′	21 und 27	19° 53′	136° 25′
5 — 11	19 46	140 0	9 — 10	20 27	138 29
9 — 27	20 58	135 12	15 — 18	19 39	138 11
9 — 26	21 30	132 47	26 — 27	18 12	138 36
20 — 27	19 47	136 31	10 — 26	21 48	134 21

Die Mittelzahl aller dieser Bestimmungen giebt für den Convergenzpunkt *A*:

Abstand vom Pol $= 20^{\circ}\ 14'\frac{3}{5}$.
Länge östl. Greenw. $= 136^{\circ}\ 53'\frac{2}{7}$.

Läſst man aber die Resultate von No. 5 und 11, sowie von No. 26 und 27 aus, als die, welche am meisten abweichen (das eine in Bezug auf die Länge, das andere in Rücksicht des Abstandes vom Pol) *), so ist

Abstand vom Pol $= 20^{\circ}\ 33'\frac{1}{2}$
Länge östl. Greenw. $= 136^{\circ}\ 15'\frac{1}{8}$.

*) Wohl sehe ich ein, daſs sich gegründete Einwendungen gegen diese Art die Mittelzahl zu nehmen, machen lassen. Auch ist es möglich, daſs in einer oder der andern der oben angeführten Bestimmungen ein kleiner Fehler von einigen Minuten seyn kann; denn als ich vor etwa zehn Jahren die Lage dieser Convergenzpunkte bestimmte, war ich noch Neuling in der Mathematik. Da indessen diese Convergenzpunkte nicht die eigentlichen Magnetpole sind (wie man aus dem siebenten Hauptstücke ersehen wird), und ein kleiner Fehler in ihrer Lage keinen sonderlichen Einfluſs auf die folgenden Bestimmungen hat, so habe ich mich nicht der Mühe unterziehen wollen, dieses ganze Hauptstück umzuarbeiten. Dies bitte ich den Leser beym Durchlesen desselben zu berücksichtigen.

Zur Bestimmung des Punktes *a* dienen folgende Beobachtungen:

1774.	Breite südl.	Länge östlich Greenw.	Abweichung östlich.	No.	1774.	Breite südl.	Länge östlich Greenw.	Abweichung östlich.	No.
Cook.					Decbr. 17	53° 15′	284° 12′	20° 52′	39
					18	54 44	286 59	20 29	40
Jan. 28	69° 37′	252° 6′	22° 41′	28	19	55 32	289 20	22 19	41
29	70 20	255 5	24 39	29	29	55 20	293 55	23 52	42
Febr. 3	66 16	258 45	23 18	30	31	54 41	295 46	25 28	43
—	65 48	260 24	24 6	31					
5	63 58	260 8	19 5	32	*Fourneaux.*				
Dec. 13	53 24	270 30	13 23	33	Januar 23	59° 19′	252° 54′	11° 4′	44
—	53 25	272 28	13 48	34	24	59 37	256 2	12 59	45
14	53 26	273 48	15 23	35	28	61 47	271 50	22 59	46
15	53 30	277 30	17 38	36	29	61 53	276 45	24 1	47
16	53 25	280 58	18 20	37	30	61 30	281 57	25 13	48
—	53 25	282 46	18 33	38	31	61 20	288 10	26 6	49

Nach diesen Beobachtungen ergeben sich folgende Resultate zur Bestimmung der Lage des Punktes *a*:

Aus No.	Abstand vom Pol.	Länge östlich Greenwich.
29 und 47	12° 36′	237° 8′
29 — 48	12 44	237 59
29 — 46	13 15	239 18
47 — 49	12 46	235 53
28 — 48	12 47	236 12
43 — 42	14 19	242 33
33 — 42	14 48	247 21
Mittel	12° 50′	237° 14′

Ein Mittel aus allen giebt den Abstand vom Pol = 15° 19′ die östliche Länge = 259° 26′½; da aber die fünf ersteren Resultate so genau übereinstimmen, so kann man die zwey letzteren verwerfen, und die Mittelzahl aus jenen giebt dann für den Punkt *a*:

Abstand vom Pol = 12° 49′½, Länge = 257° 14′.

Läfst man auch das dritte Resultat als dasjenige aus, welches sowohl in Hinsicht der Länge als auch des Abstandes vom Pole am meisten von den übrigen abweicht, so wird die Mittelzahl für *a*:

Abstand vom Pol = 12° 45′¾, Länge = 256° 43′.

Frägt man, ob diese magnetischen Punkte ihre Lage verändern, so könnte, wenn man ältere zuverläfsige Abweichungsbeobachtungen hätte, dies beantwortet werden. In *Halleys Table of variations of the magnet. needle* (Philos. Trans. no. 148) findet man folgende:

Beobachtungsort im Jahre 1670.	Breite südl.	Länge westl. Lond.	Länge östlich Greenw.	Abweichung östlich.	No.
Mündung des Plataflusses	39° 30′	55° 0′	306° 52′	20° 50′	1
Oestlicher Einlauf d. Maghellansstrafse	52 30	68 0	291 52	17 0	2
Westlicher Einlauf derselben	53 0	75 0	284 52	14 10	3
Baldivia	40 0	75 0	286 52	8 10	4

Hieraus ergeben sich folgende Resultate für die Lage des Punktes *a* im Jahre 1670:

Aus No.	Abstand vom Pol.	Länge Greenwich östlich.
2 und 3	14° 9′	260° 5′
2 — 4	17 57	270 48
Mittel	15° 53′	265° 26′½

Nun hat bekanntlich *Halley* einen Magnetpol im Südmeere 20° W. von der Maghellanstrafse und 16° vom Erdpole angenommen, welches gerade die Lage des hier bestimmten Punktes wäre. *Halley* bediente sich also der nämlichen drey Beobachtungen, um die Lage seines südamerikanischen Magnetpoles zu bestimmen.

Im ersten Hauptstücke wurde gesagt, *Kircher* gebe die Abweichung am östlichen Eingange der Maghellansstrafse auf $5\frac{1}{2}$ O. an; auch bemerkt er den Namen des Beobachters, *Davis*. Dies ist wahrscheinlich eben derjenige *Davis*, welcher den *Thom. Candish* 1586 auf seiner Reise um die Welt begleitete. Nehmen wir also an, dafs die Abweichung im Jahre 1586 daselbst 5° 30′ O. war, wo sie 1670 = 17° 0′, so kann man darnach ungefähr die Lage des magnetischen Punktes *a* im Jahre 1586 auf 287° O. v. Greenw. bestimmen*). Hieraus ergeben sich folgende Resultate:

Jahr.	Abstand vom Pol.	Jährliche Veränder.	Länge östl. von Greenw.	Jährliche Veränder.	Mittelbewegung von 1586 b. 1774
1586	....	.....	287° 0′	.....	......
1670	15° 53′	.....	265 26	15′.40	......
1774	12 43	1′.28	236 43	16′.57	16′.05

Man sieht also, dafs sich dieser Punkt von Ost nach West mit einer Geschwindigkeit von jährlich 16′ bewegt, und sich zugleich dem Erdpole nähert. Ist seine Bahn also eine geschlossene krumme Linie, so ist sie entweder kein Kreis, oder der Erdpol ist nicht der Mittelpunkt der Bewegung. Da die Bahn nicht concentrisch gegen den Erdpol ist, so sind die durchlaufenen Grade von verschiedener Gröfse. Die Bewegung des magnetischen Punktes in der Länge mufs also da gröfser scheinen, wo die Bahn sich dem Pol am meisten nähert

*) Siehe Karte Tab. IV. die Polarprojection.

(wenn seine absolute Bewegung immer gleich groſs ist), und dies ist auch der Fall bey den vorhergefundenen Resultaten.

Von 1586 bis 1774, also in 188 Jahren, hat dieser Punkt seine Länge um 50° 17′ = 3017′ verändert; die Zeit, in welcher eine ganze Rotation um den Erdpol vollendet wird, findet man also durch folgende Proportion:

50° 17′ : 360° = 188 Jahren : x Jahre oder
3017′ : 21600′ = 188 — : x — = 1346 Jahre.

Aus der Gröſse der Bewegung zwischen den Jahren 1586 und 1670 ergiebt sich die Umlaufszeit = 1402 Jahren, und aus der Gröſse der Bewegung zwischen den Jahren 1670 und 1774 ist sie = 1304 Jahren. Da nun diese zwey äuſsersten Grenzen nicht völlig 100 Jahre aus einander sind, so läſst sich, ohne mehr als 50 Jahre zu fehlen, annehmen, daſs *der Magnetpunkt a zu seinem Umlaufe um den Erdpol* 1346 *Jahre gebrauche.* Da aber die Lage jenes Punktes in den Jahren 1670 und 1774 am genauesten bestimmt wurde, so möchte ich eher glauben, *die davon abgeleitete Umlaufszeit von* 1394 *Jahren nähere sich mehr der Wahrheit.*

Um die Lage des Magnetpunktes *A* im Jahre 1642 zu bestimmen, kann man sich folgender Beobachtungen des *Abel Jansen Tasman**) bedienen:

1642.	Breite südlich.	Länge östlich.	Abweichung.	No.
Octbr. 29	45° 40′	89° 44′	26° 45′ W.	1
Novbr. 6	49 4	114 56	26 0	2
15	44 5	140 52	18 50	3
22	42 25	142 0 O. Lond.	0 0	4
Decbr. 2	45 10	167 0	5 0 O.	5
	Friedrich Heinrichs Bay Van Diemens Land			
9	42 57	176 29	5 0	6

*) Er unternahm bekanntlich in den Jahren 1642 und 43 eine Reise von der Insel Mauritius aus, und entdeckte auf derselben Van Diemens Land, Neuseeland und mehrere Inseln.

Indem man die von *Tasman* angegebenen Längen, z. B. in der Friedrich Heinrichs Bay, auf Van Diemens Land, und auf den Inseln Pilstart und Amsterdam mit neueren Bestimmungen vergleicht, bemerkt man, daſs er von einem Meridiane an gerechnet hat, der ungefähr 21¼° W. von London liegt. Die Länge No. 4 den 22 Nov. ist von dem Londoner Meridian gerechnet, und so in *Halleys: Table of Variations* &c. angegeben. Die übrigen sind von obenerwähntem Meridiane angenommen. Durch Behandlung dieser Beobachtungen auf die gewöhnliche Art, findet man die Lage des Punktes *A* für das Jahr 1642 folgender Maſsen:

Aus No.	Abstand vom Pol.	Länge	Aus No.	Abstand vom Pol.	Länge.
2 und 3	16° 48′	178° 18′	1 und 2	18° 11′	160° 34′
1 — 3	18 59	170 21	3 — 5	21 41	162 16

Also lag der Magnetpunkt *A* im Jahre 1642 in einer Länge von 167° 52′, nach dem Tasmanschen Meridiane gerechnet, das ist = 146° 37′ O. von London, oder = 146° 29′ O. von Greenwich, und in 18° 55′ Abstand vom Pole.

Folgende Tabelle enthält eine vergleichende Uebersicht des Punktes *A* in den Jahren 1642 und 1775.

Jahr.	Abstand vom Pol.	Jährliche Veränder.	Länge östlich Greenw.	Jährliche Veränder.
1642	18° 55′	0′,75	146° 29′	4′,69
1775	20 35		136 15	

Hieraus erhellt, *daſs der Punkt A sich auch nach Westen bewege, und zugleich vom Erdpol entferne; seine Umlaufszeit ist = 4609 Jahren.* Wenn

auch dies Resultat eben nicht sehr genau ist, so bleibt doch so viel gewiſs, daſs der magnetische Punkt *A* sich sehr langsam bewegt, da die Abweichung in der Nähe von Van Diemens Land zu unserer Zeit kaum 4° - 5° von derjenigen zur Zeit *Tasmans* verschieden ist.

Halley nahm auch einen Magnetpol unter Neuholland an, und zwar in einem Abstande von 20° vom Erdpole und 120° O. von London; er hat diesen Magnetpol also um mehr als 20° zu weit westlich gelegt.

Im nördlichen Theil des Atlantischen Meeres wächst die westliche Abweichung je weiter man nach Nordwest kommt*), so daſs sie in der Hudsonsstraſse 43°-44°, auf Godthaab in Grönland 51°-53° ist; ja in der Baffinsbay fand *Baffin* dieselbe am Thom. Smiths Sunde 57°. Im südl. und westl. Theile der Hudsonsbay nimmt sie wieder ab, so daſs sie beym Fort Albany 17°, beym Fort Prinz Wales aber nur 9° ist. An der Westseite Amerikas nimmt die östl. Abweichuug zu, je weiter man gegen Nord kommt, so daſs sie im Nootkasunde beynahe 20° und im nördlichsten Theile der Beringsstraſse 35°-37° östl. ist. Man sieht auf der Karte, daſs die Abweichungslinien der Hudsonsbay und Straſse mit denen des Nootkasundes in einem Punkte zusammenstoſsen, der ungefähr 20° vom Erdpole und 260° östl. von Greenwich liegt. Im nördlichen Eismeere zwischen Grönland, Spitzbergen, dem Nordcap und Nova-Zembla hört diese Convergenz zwischen den magnetischen Direktionen auf, und im mittleren Theile Sibiriens fängt eine neue Convergenz nach einem andern Punkte an; die verlängerte Direktion der Magnetnadel in Barnaul (wo die Abweichung 1770 = 2° 45′ östl. war) wird durch diejenige von Jakutskoi (wo die Abweichung 1769 = 5° westl.) in einem Punkte durchschnitten, welcher ungefähr 5° vom Erdpole und 100° O. von Greenw. liegt. Ferner convergiren die von Etatsrath *Schubert* 1805 gefundenen Deklinationen nämlich in Tara 6° 6′ östl., in Tobolsk 7° 9′ östl., und in Nizni Udinsk 2° 40′ östl. nach einem andern Punkte, welcher ungefähr gleichen Abstand vom Pole, aber 120° O. Länge von Greenw. hat. Den magnetischen Punkt in Amerika wollen wir *B*, und denjenigen im sibirischen Eismeere *b* nennen.

*) Siehe das nördliche Segment der Karte Tab. IV.

Zur näheren Bestimmung des Punktes *B* können folgende Beobachtungen dienen:

Beobachter.	Beobachtungsort.	Zeit.	Breite nördl.	Länge westl. Lond.	Abweichung westl.	No
Hutchins .	Hudsonsstraſse . .	1774 July 23	62° 3′	69° 0′	43° 0′	1
		— 27	62 23	71 30	42 50	2
		— 28	62 25	71 30	44 0	3
	Hudson-bay	Aug. 14	56 53	83 22	28 0	4
	Moose Fort	Sept. 8	51 20	82 30	17 0	5
	Albany Fort . . .	— 14	52 22	82 30	17 0	6
W. Wales .	Pr. v. Wales Fort	1769 — —	58 47½	94 4	9 41	7

Von diesen Beobachtungen ist die siebente, sowohl der genauen Bestimmung des Beobachtungsortes, als der Genauigkeit der Beobachtung wegen, die beste; sie wurde nämlich vom Astronomen *Wales* vermittelst einer genauen Mittagslinie und einer groſsen Boussole gemacht, und ist das Mittel aus 21, an zwey verschiedenen Tagen angestellten Observationen. Sie ist nicht ganz gleichzeitig mit den andern, doch, da der Unterschied nur fünf Jahre beträgt, kann man sie mit den andern ohne merklichen Fehler als gleichzeitig annehmen.

Behandelt man nun diese Observationen auf die gewöhnliche Art, so bekommt man folgende Lage für den Punkt *B*:

Aus No.	Abstand vom Pol	Länge W. London.
2 und 7	19° 44′	99° 53′
1 — 7	19 42	99 54
1 — 5	19 52	101 24
3 — 4	19 23	105 50
Mittel	19° 55′	101° 45′

Die genaue Uebereinstimmung der drey ersteren Resultate veranlaſst mich, die Richtigkeit der vierten Observation zu bezweifeln*), wo die Abweichung gewiſs zu groſs ist. Ein Mittel aus den drey ersteren giebt dann für die Lage des Punktes *B*: Abstand vom Pol = 19° 39⅓′, Länge W. London = 100° 24′ oder 259° 27½′ O. Greenw. Da ferner die siebente Beobachtung am meisten Glauben verdient, so bin ich überzeugt, daſs eine Mittelzahl der zwey ersteren Resultate der Wahrheit am nächsten komme. Demnach war die Lage des magnetischen Punktes *B* fürs Jahr 1769 folgende: 19° 45′ Abstand vom Pol und 99° 53½′ westl. Länge von London; d. i. 259° 58′ östl. von Greenwich.

Zur Bestimmung der Lage dieses Punktes fürs Jahr 1730 können folgende Beobachtungen von *Chr. Middleton* dienen:

1730.	Breite nördlich.	Länge.	Länge W. Grw.	Abw. westl.	No.
Aug. 22	52° 29′	Albany Rhede.	82° 57′	25° 0′	1
		Von Albany.			
Sept. 2	53 56	0° 30′ O.	82 7	24 0	2
		Von den Bär-Inseln			
3	54 22	0 7 W.	82 21	24 0	3
4	55 45	0 49	82 26	25 0	4
5	56 55	2 46	84 40	26 0	5
6	56 57	3 4	85 18	26 0	6
7	56 45	1 22	. . . . .	26 0	7
8	57 6	3 26	85 40	26 0	8
9	58 8	3 2	85 16	28 0	9
10	60 25	2 2	84 16	33 0	10
11	61 49	0 42 O.	81 52	38 0	11
12	62 33	0 51	81 25	42 0	12
		Von Cap Diggs			
13	63 22	1 20 O.	77 55	43 0	13
14	63 5	2 54	76 21	40 0	14
15	62 9	9 19	69 56	42 0	15

*) Die Beobachtung No. 4 wird von Lambert (Astr. Jahrb. 1779 pag. 148) folgender Maſsen angegeben: Abw. 24° 0′ W., L. 292° 11′, Br. 56° 33′. Nach diesen Angaben ist der Convergenzpunkt berechnet; in meinen Auszügen aus Philos. Trans. V. 1775 findet sich dagegen die Breite = 56° 53′, die Abweichung = 25° 0′ W. angegeben, welches ein noch abweichenderes Resultat gäbe. Da ich gegenwärtig letztgedachtes Werk nicht zur Hand habe, kann ich nicht ausfindig machen, wo der Fehler liegt.

Die Länge des Forts Albany ist 82° 57′ W. von Greenw.; auf der Danvilleschen Karte findet man zwey Inselgruppen, die eine unter dem Namen *les grands ours*, die andere Namens *les petits ours*. Erstere liegt ungefähr 23′ östl. vom Fort Albany, also 82° 14′ W. Länge von Greenw. Die Länge des Cap Diggs ist 78° 55′ W. von Greenw. Mit Hülfe dieser Bestimmungen sind die angegebenen Längen von Greenw. gefunden.

Aus diesen Beobachtungen ziehet man folgende Resultate:

Aus No.	Abstand vom Pol.	Länge westlich Greenwich
1 und 12	19° 50′	106° 45′
2 — 13	18 45	108 56
5 — 11	19 5	108 36
Mittel	19° 12′⅓	108° 6′

Vergleicht man nun diese Lage des Punktes *B* fürs Jahr 1730 mit der vorhergefundenen fürs Jahr 1769, so bekommt man für denselben folgende Bewegung:

Jahr.	Abstand vom Pol.	Länge östlich Greenwich.
1730	19° 12′⅓	251° 54′
1769	19 43	259 58
Jährl. Bew.	0′.77	12′.41

Dieser Magnetpunkt bewegt sich also nach Osten mit einer jährlichen Geschwindigkeit von ungefähr 12½′; er scheint sich zugleich vom Erdpole zu entfernen.

M 2

Middleton)* fand im Jahre 1725 die Abweichung im Fort Prinz Wales = 21° W.; 1738 = 18° W., und 1742 = 17° W. Nimmt man nun an, daſs der magnetische Punkt *B* im Jahre 1725 den nämlichen Abstand vom Erdpole hatte, als 1730, nämlich 19° 13′, so läſst sich aus dem sphärischen Dreieck, dessen eine Seite das Complement der Breite des Forts, die andere der Abstand des Magnetpunktes vom Pole ist, und der dieser Seite gegenüberstehende Winkel gleich der Abweichung (21°) ist, die Länge des Magnetpunktes fürs Jahr 1725 westlich vom Fort finden:

der Winkel am Pole wird = 14° 41′
Länge des Forts Prinz Wales = 94 4 W. von London.

Also Länge des Punktes *B* im Jahre 1725 = 108° 45′ W. von London.

Also lag hiernach der Punkt *B* im Jahre 1725 = 108° 45′ W. von London, d. i. 108° 53′ W. von Greenw. oder 251° 7′ O. von Greenw., welches (verglichen mit der Länge des Punktes *B* im Jahre 1769) eine jährliche Bewegung von 12′.1, also fast wie oben giebt.

Von 1730 bis 1769 oder in 59 Jahren hat sich der Punkt *B* 8° 4′ nach Ost bewegt, und man findet die ganze Umlaufszeit des Punktes *B* durch folgende Proportion: 8° 4′ : 360° = 59 Jahre : x Jahre, wo x = 1740½. *Demnach hat der magnetische Punkt B eine Umlaufszeit von* 1740 *Jahren.*

Da die jährliche Bewegung des Punktes *B* = 12′.41 ist, so ergiebt sich daraus, daſs jener Punkt im Jahre 1700 in einem Meridiane lag, der 245° 57′ O. von Greenw. ist. *Halley* nahm einen Magnetpol an, der 15° vom Erdpole und in dem quer durch Californien gehenden Meridiane liegen sollte. Die Länge ist die nämliche, wie sie hier durch Interpolation für den Punkt *B* im Jahre 1700 gefunden ist; in Hinsicht der Breite hat er sich dagegen ungefähr um 4° geirrt.

*) Philos. Trans. Year 1742 pag. 169 & ibid. Year 1726 No. 393.

Endlich müssen wir noch die Lage des Punktes *b* in Sibirien bestimmen, und dazu können uns folgende Beobachtungen behülflich seyn:

Beobachtungsort.	Jahr.	Breite nördl.	Länge östlich Ferro.	Abweichung.	No.
Casan	1761	55° 48′	67° 1′	2° 25′ W.	1
	1805	....	....	2 2½ O.	2
Katharinenburg	1761	56 51	78 2	0 50 —	3
	1805	....	....	5 27 —	4
Tobolsk	1761	58 12	85 46	3 46 —	5
	1805	....	....	7 9 —	6
Jakutskoi	1768	62 2	147 21	5 15 W.	7
	1769	....	....	5 0 —	8
	1788	....	....	2 0 —	9
Ustkamenogorskaio	1770	49 56	100 20	2 0 O.	10
Barnaul	1770	53 20	101 11	2 45 —	11
Perm	1805	58 1	74 6	1 10 —	12
Tara		56 55	91 45	6 6 —	13
Tomsk		56 30	107 50	5 37 —	14
Nizni Udinsk		54 55	116 42	2 40½ —	15
Irkutsk		52 17	121 51	0 32 —	16

Die Beobachtungen fürs Jahr 1805 sind vom Etatsrath *Schubert*, und finden sich in *Bodes* astronomischem Jahrbuche für 1809; die übrigen stehen in dem astron. Jahrb. für 1779.

Für 1805 zeigt sich folgende Lage des Punktes *b:*

Aus No.	Abstand vom Pol.	Länge von Ferro.
13 und 15	4° 27′	134° 7′
6 — 15	4 56	133 31
6 — 14	3 51	155 54
6 — 16	5 16	124 58
Mittel	4° 36′	137° 7′½

Ein Mittel aus allen giebt den Abstand vom Pole = 4° 56′, die Länge von Ferro 137° $7\frac{1}{2}$′; aber ein Mittel aus den beiden ersteren, am meisten übereinsstimmenden giebt den Abstand vom Pole = 4° $38\frac{1}{2}$′, und die Länge von Ferro = 153° 49′, d. i. von Greenw. = 151° 29′.

Man sieht aus obiger Tabelle, daſs sich die Abweichung von 1761 bis 1805 überall verändert hat; in Casan ist sie östlich geworden, statt daſs sie vorher westlich war; die ganze Veränderung beträgt 4° $27\frac{1}{2}$′, also jährlich 6′,1. In Katharinenburg beträgt die ganze Veränderung 4° 37′, also jährlich 6′,5; in Tobolsk 3° 23′, also jährlich 4′,6; in Jakutzkoi von 1768 bis 1788 die ganze Veränderung 3° 15′, also jährlich 9′,7. Durch Interpolation findet man nun, daſs 1770 die Abweichung in Jakutzkoi 4° 50′ W., und in Tobolsk 4° 27′ O. war, da sie in Barnaul zur nämlichen Zeit 2° 45′ O. war. Darnach war die Lage des Punktes *b* im Jahre 1770 folgende:

Nach den Beobachtungen in	Abstand vom Pol.	Länge Ferro.
Tobolsk und Jakutzkoi	4° 4′	117° 31′
Barnaul — Jakutzkoi	4 24	120 48
Im Mittel	4° 17′	119° $9\frac{1}{2}$′

Wir wollen diese verschiedenen Lagen des Punktes *b* zusammenstellen, um seine Bewegung desto deutlicher zu sehen.

Jahr.	Abstand vom Pol.	Länge Ferro.
1770	4° 17′	119° $9\frac{1}{2}$′
1805	4 $38\frac{1}{2}$	133 49
Jährl. Veränd.	0′,61	25′,128

Hiernach findet man die Umlaufszeit des Punktes b = 859′,6 *Jahren oder in ganzen Zahlen* = 860 *Jahren.*

Im Jahre 1594 fand *Wilhelm Barentz* die Abweichung bey der Wilhelms Insel = 33° W.; 1608 *Hudson* am Nordcap = 11° W., und 1611 *J. Logan* bey Peczora 22° 30′ W. Hieraus ist zu ersehen, dafs der Punkt *b* im Jahre 1600 ungefähr zwischen 20° und 30° O. Länge von Greenwich gelegen habe. Nimmt man die Mittelzahl = 25° O. Länge von Greenwich, oder 43° O. von Ferro, fürs Jahr 1600 an, so giebt dies für den Punkt *b* eine Umlaufszeit von etwas mehr als 800 Jahren. Es ist also ziemlich gewifs, dafs diese Revolution zwischen 800 und 900 Jahren falle.

Halley nahm einen Magnetpol 7° vom Erdpole und im Meridiane von Landsend in England d. i. etwa 7° W. von Greenw. an. Im Jahre 1600 mag wohl der Abstand des Punktes *b* vom Erdpole ungefähr so grofs gewesen seyn, wie *Halley* angiebt, aber in Ansehung der Länge hat er sich sehr geirrt. Wahrscheinlich gelangte er auf folgende Art zu diesem Resultat. Bekanntlich sahe er seine magnetischen Pole in Nordamerika und unter Neuholland als unbeweglich an (eine Annahme, wozu ihn wohl die langsame Bewegung jener Punkte verleiten mochte); die beiden andern, glaubte er, bewegten sich von Ost nach West. Anlangend den magnetischen Punkt im Südmeere, südwestlich vom Feuerlande, ist dieses auch vollkommen richtig. In derselben Direktion mufste sich, seiner Hypothese zufolge, der andere Punkt bewegen. Er nahm nämlich an, die Erde sey hohl, und die magnetischen Pole in Nordamerika und unter Neuholland befänden sich in der Schale, müfsten also unbeweglich seyn. Ferner nahm er eine kleinere Kugel oder einen Kern *(terrella)*, als schwebend im Mittelpunkte der Erde, oder concentrisch mit der innern Wölbung der Erdhülle, an. In diesem Kerne lagen nach ihm die beiden andern Pole (hier die magnetischen Punkte *a* und *b*). Der Stofs, welcher der Erde (der äufsern Schale) ihre Achsenbewegung in 24 Stunden von West nach Ost gab, konnte dem Kerne nicht völlig dieselbe Geschwindigkeit mittheilen; dieser machte also keine volle Umdrehung in 24 Stunden: woraus folgte, dafs die Achse der Magnetpole des Erdkernes jeden Tag die Oberfläche der Erde an verschiedenen Punkten treffen müsse, woraus denn eine scheinbare west-

liche Bewegung für beide bewegliche Punkte hervorgehe. Nun hat gewiſs *Halley* (welcher unter den Gelehrten, die sich mit dem Erdmagnetismus befaſst haben, *Wilcke* vielleicht ausgenommen, einzig mit allen wichtigeren Beobachtungen bis auf seine Zeit *vollkommen* bekannt war), auch die Lage des Magnetpunktes *b* für das Jahr 1600 gekannt, nämlich etwa 7° vom Erdpole und 20°-30° O. von Greenw. Die Lage dieses Punktes für seine Zeit oder um das Jahr 1700 zu bestimmen, war ihm aus Mangel an Beobachtungen unmöglich; aus seiner Hypothese und der von ihm angenommenen Umdrehungszeit des Erdkernes aber müſste folgen, Punkt *b* habe sich von 1600 bis 1700 nach dem Meridiane von Landsend bewegt. Ich bin überzeugt, daſs es dem *Halley* viele Mühe gekostet hat, mit diesem Magnetpole aufs Reine zu kommen, da die von ihm angenommene Lage desselben mit den damals bekannten Abweichungen durchaus nicht übereinstimmt. Ja, nur aus Vorliebe für seine Hypothese hat er solchen beybehalten können; denn mit jenem Magnetpole muſste diese stehen oder fallen. Noch mehr streitet die von *Halley* angegebene Lage und Bewegung des gedachten Poles mit den beobachteten Abweichungen des 18ten Jahrhunderts. So wurden *Halleys* richtige Ideen zugleich mit den falschen verworfen. *Euler*, vom ganzen Abweichungssysteme nichts anders kennend, als *Mountaines* und *Dodsons* Tabellen, die sich nur über einen Theil des Atlantischen und Indischen Meeres erstrecken, sahe, daſs die Annahme *zweyer* Magnetpole oder *einer* Magnetaxe hinlänglich zur Erklärung dieser Abweichungen sey, und seine groſse Autorität warf auf *Halley* noch mehr Schatten. Hätte *Euler* die Abweichungen im Südmeere und in Sibirien gekannt, würde er bald eingesehen haben, wie unzureichend *eine* Magnetaxe sey; doch alsdann hätte vielleicht die Welt seiner herrlichen Untersuchungen über diesen Gegenstand, welche für eine künftige Theorie von gröſster Wichtigkeit seyn werden, entbehren müssen. Eine einzige unrichtige Hypothese ist also Ursache, warum wir während eines ganzen Jahrhunderts in der Kunde des Erdmagnetismus nicht vorwärts geschritten sind.

Es ist klar, daſs die Punkte *A* und *B* zu einer, die Punkte *a* und *b* hingegen zu einer zweyten magnetischen Axe gehören; von diesen beiden äuſsert

die erste *AB* die gröfste Wirkung, theils weil sie mit der Erdaxe einen gröfsern Winkel macht, theils weil ihre absolute Kraft bedeutend stärker ist.

Aus dem Vorhergehenden folgt nun die Richtigkeit folgender Sätze:

a) *Beide Nordpole bewegen sich von West nach Ost.*

b) *Beide Südpole bewegen sich von Ost nach West.*

c) *In jeder Axe bewegt sich der Nordpol bedeutend schneller als der Südpol;* so ist in der Axe *AB* die Umlaufszeit von *B* = 1740 Jahren, von *A* hingegen = 4609 Jahren; in der Axe *ab* ist die Umlaufszeit von *b* = 860 Jahren, von *a* = 1304 Jahren.

d) *Beide Endpunkte der Axe AB entfernen sich von den Erdpolen; beide Endpunkte der Axe a b scheinen sich von 1600 an genähert zu haben, aber der nördliche Punkt b scheint sich jetzt wieder zu entfernen.* Ist die Bewegung also rotatorisch, so beschreiben die Pole entweder keine Kreise, oder wenigstens keine Kreise um die Erdpole. Aber diese Bestimmungen über den Abstand der Magnetpunkte von den Polen, sind, wie leicht zu ersehen, äufserst unzuverlässig.

e) *Die verlängerten Axen sind keine Erddiameter, sondern Chorden derselben.* Sie könnten doch nur einen Augenblick Diameter seyn, wegen der entgegengesetzten Bewegung der entgegengesetzten Pole. Man kann sich in der Lage jeder Axe zwey Hauptmomente denken 1) wenn beide Pole in entgegengesetzte Meridiane kommen (d. h. wenn sie in Meridianen liegen, die 180° von einander entfernt sind); 2) wenn beide in einen und denselben Meridian kommen. Im ersteren Falle können die verlängerten Axen doch keine Diameter seyn, da die entgegengesetzten Pole einen verschiedenen Abstand von den Erdpolen haben*).

f) *Beide Nordpole liegen den Erdpolen näher, als die ihnen correspondirenden Südpole.* Die Entfernung von *a* ist = $12\frac{1}{4}°$, die von *b* nur $4\frac{1}{2}°$; von *A* = $20\frac{1}{2}°$, von *B* nur $19\frac{1}{4}°$.

*) Diese Bewegungen kann man sich gar leicht verdeutlichen, wenn man die vier erwähnten Punkte auf einem Globus absetzt.

N

Was wohl ist die Ursache dieser sonderbaren und doch regelmäfsigen Bewegung? Sollen wir dieselbe, wie *Halley*, innerhalb, oder vielmehr aufserhalb der Erde suchen? Letzteres scheint mir am richtigsten. Die täglichen Oscillationen der Magnetnadel (nach den Beobachtungen *Humboldts* und Professor *Hellers**), gleich der Ebbe und Flut des Meeres, aus einer gröfsern und einer kleineren bestehend, von welchen aber die gröfsere sich hier unstreitig nach dem Stande der Sonne gegen den Horizont richtet, scheint auf die beiden nächsten Himmelskörper, *Sonne* und *Mond*, hinzuführen. Wirket sowohl jene als diese auf die Magnetnadel, so besitzen sie nothwendig magnetische Kräfte, also auch Magnetaxen. Dieser Magnetaxen verschiedene tägliche und jährliche Stellung gegen die Erdaxe könnte vielleicht eine solche Bewegung veranlassen; doch vergebens habe ich versucht, eine nähere Erklärung zu finden. Ich gestehe es, schwer ward mir die Entscheidung, ob ich über diesen so mislichen Gegenstand meine Gedanken mittheilen, oder die eben so interessante als wichtige Frage ganz unerörtert lassen sollte.

Für jetzt liegt es uns an, zu beweisen, dafs sich alle bisher bekannte magnetischen Phänomene mit Hülfe jener vier Pole oder zweyer Magnetaxe vollkommen erklären lassen. Hier also

a) *Die Abweichung.* Betrachtet man die Abweichungskarte für 1600, zeigt sich, dafs der Punkt *b* damals 7° vom Erdpole und 20°-30 W. v Greenw., also nordöstlich von Spitzbergen lag, der Punkt *a* aber etv südwestlich vom Feuerlande (also war die Axe *ab* dem Atlantischen w näher als dem Südmeere), der Punkt *B* weit westlicher in Nordamer nach der Beringsstrafse hin, der Punkt *A* hingegen östlicher als je Hieraus erhellet, warum damals die Axe *ab* die herrschende im Atla schen, wie die Axe *AB* im Südmeere war. Die östliche Abweichung südlichen Theile des Atlantischen Meeres wurde vorzüglich durch schwächeren Südpol *a*, südwestlich vom Feuerlande, bewirkt; die v

*) Diese werden wir weiter unten erörtern, wenn ausführlich von den täglichen Oscillat geredet wird.

liche Abweichung im Indischen Meere hingegen durch den stärkeren Südpol A, südlich von Van Diemens Land. Beym Cap de las Agugliaa (Nadel-Vorgebirge) stand die Nadel, im Gleichgewichte zwischen beiden, in dem Meridiane, und war ohne Abweichung. Die westliche Abweichung in der Baffinsbucht wurde durch den stärkern Nordpol B, der im nordwestlichen Amerika lag, die östliche Abweichung in Europa und einem Theile des nördlichen Atlantischen Meeres, sowie die westliche Abweichung bey Nova-Zembla hingegen durch den schwächern Nordpol b unweit Spitzbergen verursacht. Weshalb die Nadel bey Spitzbergen keine östliche Abweichung zeigte, läſst sich erst, wann wir zur Theorie der Neigung kommen, vollkommen erklären. Wären beide Nordpole gleich stark, würde jene Abweichung auch erfolgt seyn.

Vor 1600 lag der Nordpol b noch weiter westlich nach der Ostküste Grönlands hin, weshalb zu vermuthen ist, daſs das östliche Abweichungssystem, welches sich im Jahre 1600 über Europa erstreckte, damals weiter westwärts gelegen habe. Diese von der Bewegung der Pole vermuthete Veränderung der Abweichung scheint durch die Erfahrung folgender Maſsen bestätigt zu seyn. Das Maximum der östlichen Abweichung in Paris scheint 1580 gewesen zu seyn; denn 1541 wird sie auf 7°-8° angegeben, und 1550 fand *Orontius Finnäus* sie zwischen 8° und 9°; 1580 war sie = 11° 50′, endlich 1603 = 8° 45′, seit welcher Zeit sie beständig abnahm. Es ist also zu vermuthen, daſs die Abweichung in Paris um die Mitte des 15ten Jahrhunderts (1450) = 0° war, vor dieser Zeit aber westlich; damals (1450) ging der nordöstliche Theil der Linie ohne Abweichung durch Paris; nachher ward die Abweichung östlich und erhielt ihr Maximum um das Jahr 1580; endlich verschwand diese östliche Abweichung, weil sich der nordwestliche Theil der Linie ohne Abweichung im Jahre 1666 durch Paris zog u. s. w. Da sich der Nordpol b ostwärts bewegte, so folgte ihm das ganze östliche Abweichungssystem in Europa, welches man nun in Sibirien wieder findet; der Nordpol B näherte sich Europa auch langsam, und verursachte eine stärker werdende west-

liche Abweichung, welche doch einst aus dem nämlichen Grunde wieder abnehmen wird. In den Nordamerikanischen Freistaaten muß die westliche Abweichung nothwendig abnehmen, denn der Pol *B* entfernt sich, und, ehe noch ein halbes Jahrhundert abläuft, muſs sie aus demselben Grunde dort östlich werden.

Da sich der Südpol *a* südwestlich im Südmeere fortbewegt, so mußten ihm die östlichen Abweichungslinien im südlichen Atlantischen Meere folgen, und die westliche Abweichung im Indischen Meere ging, sowie sich der Pol *a* entfernte und *A* näherte, immer weiter westwärts.

Die Bewegung des kleinen westlichen Abweichungssystems bey Jakutzkoi und im nordöstlichen Asien, welches schon im Jahre 1805*) in das Südmeer bey Japan und Korea getreten war, erklärt sich auch leicht aus dem allmählichen Fortrücken des Poles *b* nach Osten.

Endlich erhellet hieraus die Abnahme der östlichen Abweichung bis auf 2° im südlichen Theile des stillen Meeres**) ungefähr beym Meridian 120° W. von Greenw. Weiterhin sollte man eine neue westliche Abweichung vermuthen, sowie in Sibirien, jedoch hier nähert man sich schon dem Pol *A*, dessen Kraft überwiegend ist.

Speciellere Anwendungen und Schlüsse für künftige Zeiten kann jeder leicht selbst machen.

b) *Die Neigung.* Die südliche Neigung in Südamerika nimmt ab, weil der Pol *a* ins Südmeer geht; die nördliche Neigung in Europa ebenfalls, der Pol *b* ostwärts nach Sibirien rückt. Jetzt können wir auch die so bedeutenden Neigungen erklären, die *Hudson* am Nordcap und auf Nova Zembla fand. In Europa wird die Neigung bald wieder zunehmen, sich der stärkere Nordpol *B* unserm Welttheile nähert. Die nördliche Neigung bey China nimmt zu, und die südliche in dieser Länge ab, gen der Annäherung des Poles *b*; deshalb ist auch die Linie ohne N

*) Siehe die Abweichungskarte für 1800.

**) Siehe die Abweichungskarten für 1770 und 1787.

gung im chinesischen Meere von der Zeit *Cunninghams* (im Jahre 1700) bis jetzt so bedeutend nach Süd gerückt.

c) *Die Intensität.* Im folgenden soll bewiesen werden, daſs beide Magnetaxen nicht den Mittelpunkt der Erde berühren, sondern näher nach der Oberfläche des Südmeeres hin, also entfernter von der Oberfläche der östlichen Hemisphäre liegen. Eine gerade Linie, die man vom Mittelpunkt der Erde senkrecht auf die stärkere Magnetaxe fället, wird die Oberfläche der Erde im Südmeere unweit des Aequators, und in einer Länge von 215° O. Ferro oder 197° O. Greenwich treffen. Dieser Punkt liegt also unter allen dem Mittelpunkte jener Axe am nächsten, und ein Punkt, 180° davon entfernt, also unter 17° O. Länge von Greenw. in der Nähe von Guinea, liegt unter allen am weitesten von jenem Mittelpunkte. Hier müſste also das Minimum der magnetischen Intensität seyn, wenn jene Axe die einzigste wäre. Aber eine gerade Linie von dem Mittelpunkte der Erde auf die schwächere Magnetaxe senkrecht gefällt, trifft die Oberfläche des Südmeeres unter 255° O. Länge von Ferro oder 217° O. von Greenw. Dieser Punkt liegt also am nächsten beym Mittelpunkte dieser Axe, sowie ein Punkt, 180° von jenem, den gröſsten Abstand von demselben hat. Dieser letztere Punkt, wo also die Intensität ihr Minimum erreichen würde, wenn nur diese Axe vorhanden wäre, liegt in der Nähe des Aequators 37° O. Länge von Greenw., d. i. nahe an der Ostküste Afrikas. Der Punkt im magnetischen Aequator, wo die Intensität ihr Minimum erreicht, muſs demnach irgend wo in Afrika seyn, zwischen 17° und 37° O. L. v. Greenw.; durch diesen Punkt kann man sich eine krumme Linie denken, die, nordwärts nach Europa zu und südwärts durch Afrika verlängert, jede Neigungslinie in ihrem *Punkte der kleinsten Intensität* durchschneidet, gerade sowie wir es oben durch *Humboldts* Beobachtungen bestätigt gefunden haben. Diese Linie der *kleinsten Intensität* wird daher, weiter fortgesetzt, durch die beiden Punkte, wo die Neigung = 90° ist, gehen, und auf der andern Seite dieser Punkte sich in die Linie der *gröſsten Intensität* verwandeln, welche endlich den Erdäquator

im Südmeere zwischen 215° und 255° O. Länge von Ferro durchschneiden muſs.

Hr. *Burkhardt* hat versucht, ein Gesetz für die Declinationsveränderungen in Paris ausfündig zu machen, und zwar mit Hülfe der seit 1580 bis jetzt daselbst angestellten Beobachtungen*). Er findet die Periode der Abweichungen in Paris = 860 Jahren; das Maximum der westlichen Abweichung wird 1837 mit 24° 26′ seyn; darauf vermindert sich die Abweichung bis 1853 um 21′, nimmt dann aber wieder bis 1878 um 6′ zu. Nach diesem Gesetze war in Paris die Abweichung = 0° im Jahre 1233, und hatte ihr östliches Maximum 1448, nämlich 24° 11′. Wie viel Werth man einem aus Beobachtungen an einem einzigen Orte abstrahirten Gesetze beylegen könne, ist leicht zu erachten; betrachtet man die Bewegung des Magnetpunktes *b*, so scheint, wie oben gesagt, die Abweichung in Paris um 1448 eher = 0°, hingegen im Jahre 1233 westlich gewesen zu seyn. Inzwischen ist es sonderbar genug, daſs *Burkhardts* Magnetperiode mit der oben gefundenen Umlaufszeit des Magnetpunktes *b* von 860 Jahren genau zusammenfällt.

Die Umlaufszeit des Poles *b* war 860 Jahre, des Poles *a* = 1304 Jahren, des Poles *B* = 1740 Jahren, des Poles *A* = 4609 Jahren. Dividirt man diese Umlaufszeiten mit 432, so erhält man folgende Quotienten:

1,991 — 3,019 — 4,027 — 10,669

oder (2 — 0,009) — (3 + 0,019) — (4 + 0,027) — (10 + 0,669).

Es scheint also, als verhielten sich die Umlaufszeiten dieser Pole zu einander = 2 : 3 : 4 : 10, und nimmt man 432 als die magnetische Grundzahl an, so würden darnach die Umlaufszeiten folgende seyn 2 × 432, 3 × 432, 4 × 432, 10 × 432, oder 864, 1296, 1728, 4320, welche wenig von den vorher gefundenen abweichen, nämlich: 860, 1304, 1740, 4609.

Schubert erwähnt in seinen *Ansichten von der Nachtseite der Naturwissenschaft* gewisser heiliger Zahlen der Indier, Babylonier, Griechen und Aegyp-

*) Monatl. Correspondenz des Freiherrn von Zach, Bd. 3, pag. 162. Ich habe nicht Gelegenheit gehabt diese Untersuchung selbst zu lesen.

ter, welche von gewissen Verhältnissen oder Perioden in der Natur entlehnt seyn sollen; die wichtigste dieser Zahlen ist 432. Diese Zahlen legen die Brahmanen bey ihren astronomischen Berechnungen, z. B. bey Sonnenfinsternissen, zu Grunde. Ferner nehmen sie an, die Erde habe vier Perioden gehabt; die erste = 432000 Jahren; die zweyte = 2 × 432000 = 864000 Jahren; die dritte = 3 × 432000 = 1296000 Jahren; die vierte = 4 × 432000 = 1728000 Jahren, so daſs die Dauer der Welt, oder die Summe aller vier Perioden ist = (1 + 2 + 3 + 4) × 432000 = 10 × 432000 = 4,320,000 Jahren*). Bey den Griechen wurde die Zahl 432 im goldenen Cyklus für heilig gehalten; *Schubert* findet sie auch bey den Babyloniern und in der alten Aegyptischen Chronik wieder. Endlich ist der mittlere Abstand der Erde von der Sonne = 216 Sonnenradien, der mittlere Abstand des Mondes von der Erde = 216 Mondradien, also die Hälfte von jener Zahl 432**).

Schubert legt groſses Gewicht darauf, daſs die Burkhardtische Magnetperiode auch ein Vielfaches jener merkwürdigen Zahl ist; aber, was würde er erst gesagt haben, wenn er gewuſst hätte, daſs es sich eben so mit den Umlaufszeiten aller vier Magnetpole verhalte, und daſs die drey letzten Weltalter der Indier gerade durch die Umlaufszeiten der drey Magnetpole ausgedrückt werden, sowie die ganze Dauer der Welt, oder die *Calpa* der Indier, durch die Umlaufszeit des vierten Poles (wenn man jede Periode mit 1000 dividirt).

*) Wir leben im vierten Weltalter — dem Alter des Elends — welches 3101 v. C. G. anfing, von welchem also jetzt (1812) 4913 Jahre verlaufen sind. Die Summe dieser vier Perioden oder die ganze Dauer der Welt nennen die Indier Calpa, und ihre Länge soll auf folgende Art bestimmt seyn: man berechnete, wie viele Jahre von der Zeit an verflieſsen, daſs der Mond am 1 April mit seinem Apogeum und aufsteigenden Knoten in Conjunction mit der Sonne ist, bis dies am nämlichen Tage wieder der Fall ist; siehe Le Gentils und Sonnerats Reisen nach Indien, wie auch Asiatic. Researches, Tom. II.

**) Im Astr. Jahrb. 1817 pag. 253-54 zeigt Hr. Bode, daſs die Zahl 1296000 die Secunden Anzahl im Kreise, die drey andern die Decimal Secunden Dauer von zwey, von einem und von einem halben Tage seyen, welches viele Wahrscheinlichkeit für sich zu haben scheint. Die einzige Einwendung, die sich dagegen machen lieſse, ist: wozu brauchten die Indier eine so feine Eintheilung der Zeit und des Kreises, eine Feinheit, welche erst die neueste europäische Beobachtungskunst mit Sicherheit, obschon nicht ohne Anstrengung, erreicht?

Nimmt man nun die Umlaufszeiten der vier Magnetpole an wie folget:

$$B - 4 \times 432 = 1728$$
$$A - 10 \times 432 = 4320$$
$$b - 2 \times 432 = 864$$
$$a - 3 \times 432 = 1296$$

und suchet die *kleinste Periode*, welche sie alle einschliefst, in welcher sie also alle eine gewisse Anzahl ganze Umläufe vollendet haben, so mufs diese seyn $= 60 \times 432$ (da 60 die kleinste Zahl ist, die zusammengesetzt werden kann aus den einzelnen Factoren in 2, 3, 4, 10). Folglich ist *die grofse Magnetperiode (in welcher der Pol B* 15, *der Pol A* 6, *der Pol b* 30, *und der Pol a* 20 *volle Umläufe gemacht hat)* $= 60 \times 432 = 25920$ Jahren. Aus der Astronomie ist es bekannt, dafs die Erdaxe einen Kreis um den Pol der Ekliptik beschreibt, dafs sie in 72 Jahren einen Grad durchläuft, folglich den ganzen Kreis in 25920 Jahren; *die grofse Magnetperiode fällt also mit der Präcessionsperiode zusammen*).*

Haben die Indier diese vier Magnetpole gekannt? oder ist eine Causal-Verbindung zwischen jenen astronomischen und diesen magnetischen Perioden vorhanden; oder ist die Uebereinstimmung nur Zufall? — Dem sey wie ihm wolle, so scheint nur das doch unwiderlegbar, dafs die Grundkräfte der Natur gewisse Perioden haben, in welchen sie sich entwickeln, und dafs diese durch gewisse Grundzahlen ausgedrückt werden können, welche man bey Beobachtung der, wenigstens dem Anscheine nach, heterogensten Naturphänomene wiederfindet.

*) Ungeachtet ich jetzt überzeugt bin, dafs die in diesem Hauptstücke gefundenen Convergenzpunkte von den eigentlichen Magnetpolen verschieden sind (siehe Hauptstück 7), und dafs also eine sorgfältigere Untersuchung die wahren Umlaufszeiten der Pole vielleicht etwas verschieden von den oben gefundenen Zahlen geben würde, so habe ich doch die hier gefundene Uebereinstimmung nicht verwerfen wollen. Da ich sie zum ersten Mal fand, überraschte sie mich und schien mir den Schlüssel zu dem ganzen Räthsel, nämlich zur Frage nach der Ursache der Bewegung der Magnetaxen, zu enthalten. Eine nähere Untersuchung wird bald die Richtigkeit oder Unrichtigkeit dieser Ubereinstimmung entdecken, und in letzterem Falle wird niemand bereitwilliger seyn sie zu verwerfen, als ich.

Schliefslich wollen wir die Lage der vier Magnetpunkte für verschiedene Decennien des gegenwärtigen 19 Jahrhunderts, wie man sie mit Hülfe der jährlichen Bewegung jener einzelnen Punkte findet, anführen. Folgende Tabelle enthält die Resultate:

Jahr.	Magnetpunkt *B.*		Magnetpunkt *A.*		Magnetpunkt *b.*		Magnetpunkt *a.*	
	Abstand vom Pol.	Länge von Greenw.	Abstand vom Pol.	Länge von Greenw.	Abstand vom Pol.	Länge von Greenw.	Abstand vom Pol.	Länge von Greenw.
1800	20° 7′	266° 27′	20° 53′	134° 8′	4° 35′	131° 43′	12° 10′	229° 32′
1810	20 15	268 52	21 1	133 21	4 42	135 54	11 57	226 46
1820	20 22	270 36	21 8	132 35	4 48	140 6	11 44	224 1
1830	20 30	272 41	21 16	131 47	4 54	144 17	11 31	222 15
1840	20 38	274 45	21 23	131 1	5 0	148 28	11 19	219 29
1850	20 46	276 50	21 31	130 14	5 6	152 40	11 6	216 44

Die Veränderungen in Hinsicht des Abstandes vom Pol sind unzuverläfsig, die Längen genauer.

Digitized by Google

Viertes Hauptstück.

Ueber die Berechnung der Halleyschen Linien nach der ersten unvollkommneren Theorie Eulers.

Wenn zwey vollkommen bewegliche Magnete auf einander wirken, so können sie nur dann in Ruhe seyn, wenn beide in einer und derselben Fläche liegen (man denke sich hier und im folgenden immer zwey Linear-Magnete). Derselbe Fall würde eintreten, wenn der eine Magnet beweglich, der andere unbeweglich wäre. Eine solche Fläche durch den unbeweglichen Magneten heifse *ein magnetischer Meridian*, und die Linie in demselben, in welcher sich der bewegliche Magnet in Ruhe befindet, die *Ruhelinie*.

Wird nun ein solcher um seinen Mittelpunkt sich bewegender Magnet noch von einer andern als der magnetischen Kraft afficirt, so mufs er natürlich seine Ruhelinie verlassen; wirket aber diese Kraft in der Fläche des magnetischen Meridians, so wird die neue Ruhelinie (d. h. die Linie, in welcher der Magnet, von beiden Kräften afficirt, in Ruhe kömmt) noch in demselben Meridiane seyn; im entgegengesetzten Falle wird sie einen Winkel mit demselben machen. Der Satz: *ein beweglicher Magnet, der sich in dem Wirkungskreise eines unbeweglichen befindet, könne nur dann in Ruhe seyn, wenn beide in einer Fläche liegen*, ist also nicht allgemeingültig. Hierin irrte sich *Euler* in seiner ersten Theorie. *Mem. des Sciences à Berlin Tom. 15me, A.* 1757.

Ist BAab (Fig. 6) die Erde, die Magnetaxe AB ein Diameter derselben, so wird jede Fläche BLA durch diesen gelegt (also jeder Magnetmeridian), ein gröfster Kreis seyn, dessen Fläche bekanntlich mit der Oberfläche der Kugel einen rechten Winkel bildet. Ist dagegen die Magnetaxe *ab* eine Chorde der Erdkugel, so wird jeder magnetische Meridian bLa einen kleinen Kreis bilden, der einzige bBAa ausgenommen; folglich bilden in diesem Falle die magnetischen Meridiane keine rechten Winkel mit der Oberfläche der Erde.

NMS (Fig. 7) stelle den Horizont vor, NZS den geographischen Meridian durch C; N sey Norden, S Süden; PIQ sey eine durch den Punkt C und die

magnetische Axe gehende Ebene. Ist nun die Magnetaxe kein Erddiameter, so wird nach dem Obigen die Ebene PIQ nicht senkrecht auf dem Horizont SIN (da dieser eine Tangentfläche zur Erdoberfläche ist) stehen. Der Punkt C ist in dieser Figur also mit dem Punkte L in der vorhergehenden einerley, und die Ebene PIQ ist die Verlängerung der Ebene bLa. PIQ ist also ein magnetischer Meridian; in diesem sey CL die magnetische Ruhelinie, und ZLY ein Vertikalcirkel durch dieselbe, so wird der Bogen ML oder der Winkel MCL die magnetische Neigung seyn. Beschweret man das südliche Ende der Nadel mit einem hinreichenden Gewichte, so wird sie die Lage CM annehmen, da die Schwere lothrecht gegen den Horizont wirkt, und dies ist denn die horizontale Lage der Magnetnadel (der gewöhnlichen Compaſsnadel oder Declinationsnadel); da ferner die Linie SCN die Mittagslinie ist, so bezeichnet der Winkel NCM die magnetische Abweichung (Declination). In oberwähnter Abhandlung nahm *Euler* an, CI sey die Lage der Declinationsnadel, und Winkel NCI die Abweichung selbst: weil er jenen Satz, daſs ein beweglicher Magnet in dem Wirkungskreise eines unbeweglichen nur dann in Ruhe seyn könne, wenn ersterer in der Ebene des magnetischen Meridians liege, für ganz allgemein gültig annahm. Im Dreieck IML ist $\sin IM = \frac{\text{tang } LM}{\text{tang } LIM}$; je gröſser also die Neigung LM und je kleiner $\angle$ LIM ist, desto gröſser wird der unter dieser Voraussetzung begangene Fehler. Ist dagegen die Magnetaxe ein Erddiameter, so steht der magnetische Meridian PIQ senkrecht auf der Erdoberfläche, also auf dem Horizonte SIN; dann fällt der magnetische Meridian mit dem Vertikalcirkel ZMY zusammen, und da alsdann die Schwere und Magnetkraft in einer und derselben Ebene wirken, so tritt die beschwerte Nadel nicht aus dem magnetischen Meridian. *Eulers* erste Theorie ist also nur richtig, wenn die Magnetaxe ein Erddiameter ist.

Euler untersucht die Halleyschen Linien unter folgenden Umständen:

1) Wenn die Magnetaxe ein Diameter ist; also, wenn die Pole in entgegengesetzten Meridianen (d. h. wenn ihr Längenunterschied 180° beträgt) und beide gleich weit von den Erdpolen liegen.

2) Wenn die Magnetpole in entgegengesetzten Meridianen, aber in verschiedenem Abstande von den Erdpolen liegen.

3) Wenn ein Magnetpol mit einem Erdpole zusammenfällt.

4) Wenn beide Magnetpole in einem und demselben Meridian liegen.

5) Wenn die Magnetpole in verschiedenen Meridianen und in verschiedenem Abstande von den Erdpolen liegen.

Diese fünf Annahmen enthalten alle möglichen Lagen der Magnetaxe. Wegen der vorher bewiesenen Bewegung der Pole können sie auch alle (die dritte vielleicht ausgenommen) eintreffen; hätte diese Theorie nicht obenerwähnten Fehler, und wäre nur *eine* Magnetaxe vorhanden, so hätte *Euler* das Problem der Halleyschen Linien und die Abweichungstheorie vollkommen erschöpft. Nun kann sie blos zur Ertheilung einer oberflächlichen Uebersicht über die Natur der Abweichungslinien und vorzüglich als Beweis für das Daseyn von vier Magnetpolen dienen: eine Behauptung, die ich für meine Pflicht halte durch so viele Gründe, als möglich, zu unterstützen, um dadurch vielleicht mehrere Mathematiker zu bewegen, mir bey dieser neuen und verwickelten Untersuchung hülfreiche Hand zu bieten. Mehrerer Kürze halben halten wir uns hier nur bey dem ersten und fünften der obenangeführten Sätze auf.

PApB (Fig. 8) sey ein gröfster Kreis auf der Erde, der durch die Erdaxe Pp und die Magnetaxe BA geht; *Euler* nennt ihn an dieser Stelle (denn im fünften Satze versteht er unter diesem Ausdrucke einen andern Kreis) den *ersten magnetischen Meridian*. Durch den Punkt L denke man sich einen gröfsten Kreis PLp, welcher der geographische Meridian jenes Punktes ist; und den gröfsten Kreis BLA, welches sein magnetischer Meridian ist. Der sphärische Winkel PLB wird in diesem Falle der Abweichungswinkel. Im sphärischen Dreieck BLP ist der Bogen BP = Winkel BCP, welches der Winkel ist, den die Magnetaxe mit der Erdaxe macht; man setze ihn $= a$. Der Bogen PL ist die Entfernung des Punktes L vom Erdpole, und das Complement zu seiner geographischen Breite; er sey $= p$. Den Winkel BPL findet man, wenn man $\angle$ QPL von 180° abzieht; aber QPL ist die Länge des Punk-

tes L vom ersten magnetischen Meridiane. Man setze $\angle$ BPL $= q$. Aus diesen drey Datis kann man den Abweichungswinkel BLP $= \mathfrak{z}$ finden, nämlich

$$\tan \mathfrak{z} = \frac{\sin a \cdot \sin q}{\cos a \cdot \sin p - \sin a \cdot \cos p \cdot \cos q}.$$

Ist also die Magnetaxe ein Diameter, und ihr Winkel mit der Erdaxe, wie die geographische Länge ihrer Pole bekannt, so kann man die Abweichung für jeden Punkt, dessen geographische Länge und Breite gegeben ist, mit völliger Genauigkeit bestimmen*).

Aus diesem Ausdrucke für $\angle \mathfrak{z}$ findet *Euler* ferner, daſs dieser Winkel wächst, wenn man sich im nämlichen geographischen Meridiane PLp den Polen P p nähert; es muſs demnach in jedem Meridian einen Punkt geben, wo $\mathfrak{z}$ ein Minimum erreicht. Dies ist nach ihm da, wo der Bogen BL (das Complement der magnetischen Breite) $= 90°$ ist. Beschreibt man demnach einen gröſsten Kreis ERQ so, daſs er überall 90° von beiden Magnetpolen, also lothrecht auf der Magnetaxe AB steht, so wird der Winkel $\mathfrak{z}$ in jedem Meridian in dem Punkte sein Minimum erreichen, wo dieser von jenem gröſsten Kreise ERQ durchschnitten wird. Diesen Kreis nennt er den *magnetischen Aequator*.

Im magnetischen Aequator wächst die Abweichung von den Punkten E und Q bis R, welcher 90° von beiden liegt; hier wird sie durch den Bogen BP $= a$ gemessen; also erreicht die Abweichung im magnetischen Aequator unter 90° magnetischer Länge sein Maximum, wo sie dann gleich dem Winkel ist, welchen die Magnetaxe mit der Erdaxe bildet.

Denkt man sich unendlich viele Ebenen durch die Magnetaxe gelegt, und sucht dann in jedem geographischen Meridiane die Punkte auf, wo diese Ebenen mit dem Meridiane Winkel von gegebener Gröſse bilden, verbindet man ferner diese Punkte durch Linien, so bekömmt man die sogenannten *Halleyschen Abweichungslinien*.

*) Mechanisch könnte dies Problem leicht gelöst werden, wann man einem Globen zwey bewegliche Meridiane gäbe, deren einer sich um die geographischen, der andre um die magnetischen Pole drehete. Dadurch, daſs man beide nach dem Punkte L führte und den Winkel mäſse, den sie daselbst mit einander machen, fände man die Abweichung in L.

Für diese Linien sucht *Euler* nun eine Gleichung, und zeigt, daſs, wenn man einen Winkel m von der Beschaffenheit sucht, daſs $\cot m = - \tang a . \cos q$, man $\cos (m - p) = \frac{\tang a . \sin q . \sin m}{\tang \mathfrak{z}}$ finde. Setzt man nun $m - p = n$, so ist $p = m \pm n$, so daſs, wenn man $< q$ (BPL) nach Belieben annimmt, man immer zwey Werthe für den Bogen PL $= p$ findet; d. h. man findet in einem und demselben Meridian zwey Punkte, wo der Winkel $\mathfrak{z}$ (die Abweichung) gleich groſs ist; von diesen Punkten liegt der eine nördlich, der andre südlich vom magnetischen Aequator.

Fig. 9 stellt ein solches Abweichungssystem vor, welches auf diese Art berechnet ist. Hier sind P und p die Erdpole, A und B die Magnetpole, der Bogen BP $= a = 50°$. Im ersten Meridian BpAP ist die Abweichung $\mathfrak{z} = 0°$; dieser Meridian ist also zugleich die Halleysche Linie für $\mathfrak{z} = 0°$. Die übrigen Linien gehen vom geographischen Pole aus, und entfernen sich, je näher sie dem magnetischen Aequator kommen, immer mehr und mehr von jenem ersten Meridian; nachher nähern sie sich wieder dem ersten Meridian, und schneiden denselben im entgegengesetzten Magnetpol unter einem Winkel $= \mathfrak{z}$. Für jeden Werth von $\mathfrak{z}$ giebt es zwey solche Linien. Je gröſser die Abweichung $\mathfrak{z}$ ist, desto gröſser wird die Biegung, welche jene Linien um den magnetischen Aequator machen. In der Halleyschen Linie für $\mathfrak{z} = a$ (50°) vereinigen sich beide Zweige in dem Durchschnittspunkte des magnetischen Aequators mit dem Erdäquator, wo sie sich unter einem rechten Winkel schneiden. Die folgenden Halleyschen Linien für $\mathfrak{z} > a$ unterscheiden sich dadurch von den obigen, daſs sie vom Erdpol ausgehen und in den nächsten Magnetpol einlaufen.

Euler sondert deshalb die Halleyschen Linien in drey Arten:

a) *Linien der ersten Ordnung* für $\mathfrak{z} < a$, welche von einem Magnetpol aus nach dem entgegengesetzten Erdpole gehen.

b) *Linien der zweyten Ordnung* für $\mathfrak{z} = a$, deren zwey Zweige sich schneiden.

c) *Linien der dritten Ordnung* für $\mathfrak{z} > a$, welche von einem Magnetpole nach dem nächsten geographischen Pole gehen.

Wir gehen zu dem fünften Satze über, welcher das Problem enthält, wenn zwey Magnetpole in verschiedenen Meridianen und in verschiedenem Abstande von den Erdpolen liegen.

PBpa (Fig. 10) sey ein Meridian durch die Erdpole P und p und den nördlichen Magnetpol B; PAp sey ein anderer Meridian durch die Erdpole und den südlichen Magnetpol A; der Winkel BPA (welches der Längenunterschied zwischen den Magnetpolen ist) sey $= \gamma$; ferner sey der Abstand zwischen dem nördlichen Magnetpol und dem Erdpol oder PB $= a$; der Abstand des südlichen Magnetpoles vom Erdpol oder pA $= b$. Man beschreibe einen gröfsten Kreis durch die beiden Magnetpole BAa, und setze AC $=$ BC $= c$; endlich beschreibe man einen gröfsten Kreis durch den Pol P und den Mittelpunkt C des Bogens AB, und setze PC $= d$, und den Winkel PCB $= e$.

Nun findet *Euler* $\cos AB = \cos 2c = \sin a \,.\, \sin b \,.\, \cos\gamma - \cos a \,.\, \cos b$;
$\cos d = \dfrac{\cos a - \cos b}{2 \,.\, \cos c}$; $\mathrm{tang}\, e = \dfrac{\sin a \,.\, \sin b \,.\, \sin\gamma}{(\cos a + \cos b) \,.\, \cos c}$; ferner
$\mathrm{tang}\, BPC = \dfrac{\sin b \,.\, \sin\gamma}{\sin a + \sin b \,.\, \cos\gamma}$, und $\mathrm{tang}\, APC = \dfrac{\sin a \,.\, \sin\gamma}{\sin b + \sin a \,.\, \cos\gamma}$.

Ist nun die Länge der Magnetpole B und A bekannt, und der Winkel BPC oder APC berechnet, so findet man daraus die Lage des Meridians PC, welchen *Euler* hier als den ersten Meridian betrachtet, von welchem er die magnetische Länge gegen Westen rechnet. Also versteht er hier unter q die Länge eines Ortes westlich vom Meridian PC, und unter p den Abstand desselben vom Pol.

Um aus diesen Elementen eine Gleichung für die Halleyschen Linien zu finden, sucht *Euler* noch zwey Winkel f und g von der Beschaffenheit, dafs
$\mathrm{tang}\, f = \mathrm{tang}\, e \,.\, \cos c$, und $\mathrm{tang}\, g = \dfrac{\mathrm{tang}\, e}{\cos c}$.

Ferner sucht er zwey Winkel m und n, welche so beschaffen sind, dafs
$\mathrm{tang}\, m = \dfrac{\cos d \,.\, \cos g \,.\, \sin (f + \delta)}{\cos c \,.\, \cos f \,.\, \cos (g + \delta)}$ und $\mathrm{tang}\, n = \dfrac{\cos c \,.\, \cos f \,.\, \sin (g + \delta)}{\cos d \,.\, \cos g \,.\, \cos (f + \delta)}$;
endlich findet er daraus die zwey Winkel r und s, näml. $\mathrm{tang}\, r = \dfrac{\mathrm{tang}\, d \,.\, \sin m}{\sin (m - q)}$

und $\cos s = \frac{\sin r \,.\, \sin (n - q)}{\text{tang d} \,.\, \text{tang} (f + \delta) \,.\, \cos n}$; und endlich $p = r \pm s$. Für die Linie ohne Abweichung, wo $\delta = 0°$, findet man $\text{tang}\, m = \frac{\cos d}{\cos c} \,.\, \text{tang} f = \cos d \,.\, \text{tang}\, e$, und $\text{tang}\, n = \frac{\text{tang}\, e}{\cos d}$.

Da p hier einen doppelten Werth hat, so sieht man, daſs auch in diesem Falle in jedem Meridian zwey Punkte sind, wo die Abweichung δ gleiche Gröſse hat, und daſs also jede Halleysche Linie jeden Meridian in zwey Punkten schneidet.

Wenden wir diesen Calcul auf die stärkere Magnetaxe AB an, so fanden wir im vorigen Hauptstücke, daſs die Lage des Poles B im Jahre 1769 war: Abstand vom Erdpol 19° 45′, O. Länge von Greenw. = 260° 0½′ oder 277° 40½′ O. von Ferro. Für 1775*) war die Lage des Poles A: Abstand vom Erdpol = 20° 15′, O. Länge von Greenw. = 136° 55′ oder 154° 33′ O. v. Ferro. Also ist BP (Fig. 10) = a = 19° 45′; pA = b = 20° 15′; BPA = γ = 277° 41′ — 154° 33′ = 123° 8′.

Aus diesen drey ersten Eulerschen Elementen findet man die übrigen nach den obenangeführten Formeln; nämlich AB = $2c$ = 161° 16′, also c = 80° 38′, PC = d = 89° 26′ 20″, PCB = e = 17° 45′ 50″; BPC = 62° 55′ 14″, APC = 60° 12′ 45″, f = 2° 58′ 38″, g = 63° 0′ 19″.

Da nun die Länge des Poles B = 277° 40′ 30″ O. von Ferro, und der Winkel BPC = 62° 55′ 14″ ist, so wird darnach die Länge des Punktes C (des Punktes der Erdoberfläche, welcher dem Mittelpunkt der Magnetaxe am nächsten liegt, oder des Punktes, wo ein Perpendikel vom Mittelpunkte der Erde auf die Magnetaxe verlängert die Oberfläche der Erde trifft) = 277° 40′ 30″ — 62° 55′ 14″ = 214° 45′ 16″, oder = 214° 45′, welches genau

*) Eigentlich sollte die Lage des Nordpoles B auch für dieses Jahr 1773 bestimmt seyn, welches mit Zuziehung der im vorigen Hauptstücke gefundenen jährlichen Bewegung leicht geschehen könnte; auch ist die hier angegebene Länge des Punktes B von der oben S. 90 angeführten um ein Paar Minuten verschieden. Da aber hier keine groſse Genauigkeit erforderlich ist, so habe ich die obige Lage beybehalten.

genug ist; er fällt also ungefähr in die Mitte des Südmeeres; und da $PC = d = 89^\circ\ 26'\ 10''$ ist, so wird die nördliche Breite des Punktes $C = 0^\circ\ 33'\ 50''$.

Nun rechnet *Euler*, wie gesagt, die magnetische Länge oder den Winkel q vom Meridian PC gegen Westen. Will man also die Durchschnittspunkte der Halleyschen Linien für jeden zehnten geographischen Meridian berechnen (wie sie gewöhnlich auf den Globuskarten aufgezogen sind), und wählt man eine Karte, wo der erste Meridian durch die Insel Ferro geht, so ist der nächste Meridian, welcher auf der Karte westlich von PC (in 214° 45′ Länge) liegt, derjenige, welcher 210° O. von Ferro, also 4° 45′ W. von PC geht. Man setze also nach und nach $q = 4^\circ\ 45'$; $q = 14^\circ\ 45'$; $q = 24^\circ\ 45'$ u. s. w., so werden die nach den Formeln gefundenen zwey Werthe von p die zwey Punkte seyn, wo die Abweichung $\mathfrak{z}$ die gegebene Gröfse im ersten, zweyten, dritten, u. s. w. Meridiane der Karte westlich von PC, oder vom Meridian 214° 45′ O. von Ferro hat.

Führt man die Rechnung durch Logarithmen aus, so hat man:

$$\log \operatorname{tang} m = 8.4546855 + \log \sin (f + \mathfrak{z}) - \log \cos (g + \mathfrak{z})$$

$$\log \operatorname{tang} n = 11.5653147 + \log \sin (g + \mathfrak{z}) - \log \cos (f + \mathfrak{z}).$$

Diese Winkel m und n bleiben so lange für alle Werthe von q unverändert, als $\mathfrak{z}$ nur unverändert bleibt; man braucht sie also für jede Halleysche Linie nur einmal zu berechnen; die Winkel r und s müssen hingegen für jeden verschiedenen Werth von q berechnet werden.

Für *die Linie ohne Abweichung* findet man, wenn $\mathfrak{z} = 0^\circ$, $m = 0^\circ\ 10'\ 47''$; $n = 88^\circ\ 14'\ 40''$, und daraus

$$\log \operatorname{tang} r = 9.50734 + \log \sin (m - q)$$

$$\log \cos s = 10.78869 + \log \sin (n - q) + \log \sin r.$$

Setzt man nun $q = 4^\circ\ 45'$, $14^\circ\ 45'$, $24^\circ\ 45'$ u. s. w., so werden die Werthe von s unmöglich, bis $q = 64^\circ\ 45'$ wird, d. h. bis zu dem Meridian, welcher 64° 45′ westlich vom Punkte C liegt, in einer Länge von 214° 45′ — 64° 45′ = 150° O. von Ferro.

Als Beyspiel wollen wir die Werthe von p für diesen Meridian berechnen. Hier ist $m - q = -64^\circ\ 34'$; $n - q = 23^\circ\ 30'$.

$$
\begin{aligned}
& \phantom{\log \sin (m - q) = {}} 9 \cdot 50754 \\
\log \sin (m - q) &= \underline{9 \cdot 95573} \\
\log \operatorname{tang} r &= 9 \cdot 55181 \quad . \; . \; r = \quad 160^\circ \; 23' \\
& \phantom{= {}} 10 \cdot 78869 \\
\log \sin (n - q) &= 9 \cdot 60070 \\
\log \sin r &= \underline{9 \cdot 52598} \\
\log \cos s &= 9 \cdot 91557 \quad . \; . \; s = \pm \; 34^\circ \; 37'
\end{aligned}
$$

$$\text{Also } p = \begin{cases} 195^\circ & 0' \\ 125 & 46 \end{cases}$$

Demnach ist im Meridian 150° O. von Ferro die Abweichung = 0° in einem Abstande von 125° 46′ und 195° 0′ vom Nordpol; der erste Punkt wird 54° 14′ südliche Breite haben, der zweyte fällt im entgegengesetzten Meridian 15° vom Südpol oder 165° vom Nordpol, d. i. im Meridian 30° W. v. Ferro und in 75° S. Breite.

Uebersteiget demnach der eine Werth von p 180°, so nimmt *Euler* dessen Complement zu 360°, setzt aber das negative Zeichen voran, welches bedeutet, daſs dieser Punkt der Halleyschen Linie in den entgegengesetzten Meridian fällt; also im angeführten Beyspiele in den Meridian 150° + 180° = 330° östlich oder 30° westlich von Ferro. Auf diese Art sind folgende Werthe für p berechnet:

O. Abstand d. Meridians von Ferro.	Magnetische Länge $= q$.	Die zwey Werthe von p.	
150°	64° 45′	+ 125° 46′	— 165° 0′
145	69 45	+ 110 21	— 158 15
140	74 45	+ 98 32	— 135 26
135	79 45	+ 88 16	— 124 30
130	84 45	+ 78 41	— 114 31
125	89 45	+ 69 19	— 104 59
120	94 45	+ 59 45	— 95 31
115	99 45	+ 49 34	— 85 41
110	104 45	+ 38 10	— 74 56
105	109 45	+ 24 23	— 62 5
100	114 45	+ 4 15	— 43 13

Setzet man $q = 119° 45'$, so wird der Werth von s unmöglich ein Beweis, daſs der eine Zweig der Linie ohne Abweichung zwischen 150° und 100° O. von Ferro, der andere zwischen den entgegengesetzten Meridianen 260° und 330° O. von Ferro liege.

Setzet man nun $\mathfrak{z} = 5°, 10°, 15°$ u. s. w. für die östliche Abweichung, und $\mathfrak{z} = -5°, -10°, -15°$ u. s. w. für die westliche, und berechnet für alle Meridiane den Werth von p, so kann man mit Hülfe derselben die Halleyschen Linien ziehen, wie sie seyn würden, wenn nur *eine* Magnetaxe AB vorhanden wäre. Die Berechnungen der andern Halleyschen Linien wollen wir der Kürze wegen hier auslassen. Die Linien selbst sind auf den beiden Globuskarten Tab. V. gezeichnet.

Wenden wir diese Berechnungen auf die Magnetaxe *ab* an, so finden wir für das Jahr 1774, daſs der Punkt *a* in einem Abstande von 12° 43′ vom Pole und in 254° 23′ Länge O. von Ferro lag; und *b* für das Jahr 1770 4° 17′ vom Pol und 119° 9½′ Länge O. von Ferro. Mit Hülfe der im vorigen Hauptstück gefundenen Bewegung des Magnetpunktes *b* finden wir seine Lage für 1774 unter 121° 53′ O. von Ferro und in einem Abstande von 4° 32′ vom Pole*).

Hiernach findet man die vier Eulerschen Elemente wie folgt: $a = 4° 32'$, $b = 12° 43'$; $\gamma = 254° 23' - 121° 53' = 132° 30'$. Aus diesen kann man nach oben angeführten Formeln folgende berechnen:

$$c = 84° 52' 2\tfrac{1}{2}'', \; d = 85° 7' 11'', \; e = 4° 9' 29'', \; f = 0° 22' 21'',$$
$$g = 39° 5' 55''; \; \mathrm{BPC} = 113° 14' 6''; \; \mathrm{APC} = 19° 15' 53''.$$

Setzet man die Punkte *a* und *b* auf einem Globus an die rechten Stellen ab, so sieht man, daſs bey dieser Axe der Nordpol *b* gegen Westen, der Südpol *a* aber gegen Osten liegt (dem vorigen Falle gerade entgegengesetzt). Also fällt die Länge von PC oder von dem ersten magnetischen Meridian, von welchem die magnetischen Längen oder Winkel q gerechnet werden, für diese Axe unter 121° 53′ + 113° 14′ = 235° 7′ Länge O. von Ferro. Will man

*) Eigentlich sollte nach den angeführten Bewegungen die Lage des Punktes b für 1774 folgende seyn: Abstand vom Pol 4° 19½′, Länge von Ferro 120° 49½′; die oben angeführten sind nach älteren Bestimmungen gefunden, weil aber hier eben nicht groſse Genauigkeit erforderlich ist, so lassen wir obige Data ungeändert.

die Eulerschen Formeln anwenden, so muſs man bey dieser Axe die magnetischen Längen oder Winkel q vom Meridiane PC gegen Osten rechnen, und $+ z$ für die westliche, $- z$ hingegen für die östliche Abweichung brauchen.

Der nächste Meridian der Karte östlich von dem ersten magnetischen Meridian PC dieser Axe, ist der Meridian 240° O. von Ferro, und ihr Längenunterschied ist $240° - 235° 7' = 4° 53'$; also setze man nach und nach $q = 4° 53'$, $q = 14° 53'$ u. s. w. um die zwey Werthe von p zu bekommen, welche genau die Durchschnittspunkte der Halleyschen Linien mit jedem zehnten Meridian O. von Ferro geben.

Die auf eben beschriebene Art berechneten Halleyschen Linien für die Axe *ab* sind auch auf den Tab. V., und zwar mit punktirten Linien angegeben.

Vergleicht man nun diese nach der Eulerschen Theorie bestimmten Abweichungslinien mit der Abweichungskarte für 1770, so sieht man, daſs die Linien für die stärkere Axe AB in der Nähe der Hudsons Bucht und Straſse, so wie im südlichen Indischen Meere zwischen Neuholland und dem Vorgebirge der guten Hoffnung am genauesten die Abweichungen für 1770 ausdrücken; jene Punkte sind aber in der Nähe der stärkeren Pole A und B. Ferner sieht man, daſs die östliche Abweichung bey Südamerika gröſstentheils durch die punktirten Linien angegeben wird, so wie die punktirten Linien auch ungefähr die Abweichung in Sibirien ausdrücken. Hieraus erhellt, *daſs die Eulerschen Linien in der Nähe der vier Magnetpole, wo also die Kraft des nächsten Poles die herrschende ist, ziemlich genau mit der wirklichen durch Beobachtungen gefundenen Abweichung übereinstimmen.* Je gröſser der Abstand von den Polen ist, desto gröſser wird der Unterschied. So findet man auf der östlichen Halbkugel eine Linie für 25° *westlicher* Abweichung für die Axe AB, welche durch das nördliche Spanien, das südliche Frankreich, Deutschland, Preuſsen, Finnland und das Russische Lappland geht. Aber in Spanien würde die Axe *ab* eine *östliche* Abweichung von ungefähr 6°-7° geben, in Finnland von 10°, und in Lappland von 12°. Man kann also schlieſsen, daſs die wirkliche Abweichung in Spanien zwischen 25° *westlich* und 6° *östlich*, in Finnland zwischen 25° *westlich* und 10° *östlich*, in Lappland zwischen 25° *west-*

ich und 12° *östlich* fallen mufs. Nun zeigt die Karte für 1770, dafs die Abweichung in Spanien damals ungefähr 20° war, in Finnland 5°-6° westlich und in Leppland 0°. Je weiter man also nordostwärts kömmt, desto gröfser wird die Differenz; da dann die Intensität und Wirkung des Sibirischen Poles *b* immer mehr zunimmt.

Auf der westlichen Halbkugel findet man für die Axe *ab* eine punktirte Linie, welche als *Linie ohne Abweichung* bezeichnet ist; sie geht vom Californischen Meere südwestlich, und durchschneidet den Meridian 260° O. von Ferro ungefähr unter 15 Graden südlicher Breite; dann wendet sie sich ganz südlich gegen den Pol *a*. An dieser Stelle zeigt die Abweichungskarte für 1770 eine östliche Abweichung von ungefähr 2°, welche Abweichung sich sogar auf den älteren Karten weiter gegen Norden, fast nach dem Californischen Meere hin erstreckt hat. Weiter gegen West würde die Abweichung westlich seyn, wenn die Axe *ab* allein wirkte; aber der stärkere Pol bey Van Diemens Land bekömmt hier das Uebergewicht.

Bey Neuseeland sollte die Abweichung wegen der Axe AB zwischen 20° und 25° östlich, wegen der Axe *ab* aber ungefähr 15° westlich seyn; die Karte für 1770 zeigt, dafs sie zu der Zeit 15° östlich an jener Stelle war.

In der Beeringsstrafse giebt die Axe AB auch eine etwas gröfsere östliche Abweichung, als die Karte für 1770 zeigt; aber wegen der Axe *ab* sollte sie hier 10°-15° westlich seyn. Ueberhaupt wird man sich bey näherer Untersuchung überzeugen, *dafs die durch Beobachtungen gefundene Abweichung an den mehrsten Stellen zwischen die Abweichungen fallen wird, welche beide Axen jede für sich geben.* An den zwey Stellen, wo dies nicht statt findet, nämlich bey der Insel Java und in Amerika von Mexiko bis zur Erdzunge von Panama läfst sich diese Anomalie aus den vorhin gezeigten Unrichtigkeiten jener Theorie, wie auch daraus, dafs, wie früher gesagt worden, die vier angeführten Punkte nicht die wirklichen Magnetpole sind, vollkommen erklären.

Da nun unter Voraussetzung *zweyer* Magnetaxen diese berechneten Curven theils die Halleyschen Linien den Beobachtungen gemäfs selbst darstellen, theils wenigstens die Grenzen angeben, innerhalb welcher die Abweichungen wirklich fallen; da *vier* Magnetpole die Krümmungen der Neigungslinien ge-

nugsam erklären, da ferner sowohl die Veränderungen der Abweichungen als der Neigungen sich aus der oben gefundenen Bewegung der vier Pole vollkommen entwickeln lassen, und da endlich auch die Erscheinungen der Intensität auf eine doppelte Magnetaxe hinweisen: so ist meines Erachtens der Satz: *die Erde habe zwey Magnetaxen oder vier Magnetpole*, so strenge bewiesen, als sich nur irgend ein physischer Satz beweisen läſst.

Wir gehen nun zur Theorie des Magneten über, welche der Theorie der Abweichung, Neigung und Intensität vorausgeschickt werden muſs.

Fünftes Hauptstück.

Mathematische Theorie des Magneten, durch Versuche unterstützt.

§. 1. *Wenn zwey magnetische Punkte sich anziehen oder abstofsen, so befindet sich die Anziehungs- oder Abstofsungskraft, d. i. die Gröfse des Bestrebens sich einander zu nähern, oder zu fliehen, in einem, aus dem Produkte der absoluten magnetischen Kräfte beider Punkte, und aus einer gewissen Potenz des Abstandes zusammengesetzten Verhältnisse.*

Wenn zwey unmagnetische Körper A und B, deren Massen M und N sind, und der Abstand $= D$, einander vermöge der einfachen Gravitation anziehen, so ist bekanntlich ihre *absolute Kraft (vis absoluta)* mit den Massen M und N proportionirt, da alle Materientheilchen (so weit bekannt) dieses Vermögen in gleich hohem Grade besitzen, und die absolute Kraft eines Körpers gleich ist der Totalsumme aller Kräfte seiner Theilchen. Die *beschleunigende Kraft (vis acceleratrix)* ist dann für Körper A proportionirt mit $\frac{M}{D^2}$, für B mit $\frac{N}{D^2}$. Körper B wird sich also gegen A mit einer Beschleunigung bewegen wie $\frac{M}{D^2}$, und A gegen B mit einer Beschleunigung wie $\frac{N}{D^2}$; die ganze gegenseitige Beschleunigung wird seyn wie $\frac{M + N}{D^2}$. Will man Körper B verhindern sich gegen A zu bewegen, so muſs dazu eine Gegenkraft erfordert werden $= \frac{MN}{D^2}$, da jedes der N Theilchen im Körper B von einer Kraft beschleunigt wird $= \frac{M}{D^2}$; d. i. die *bewegende Kraft (vis motrix)* ist sowohl für A als für B $= \frac{MN}{D^2}$.

Liefse sich die Reaction aller N Punkte im Körper B in einem einzigen Punkte gesammelt denken, so würde dieser Punkt durch eine N mal gröfsere Kraft als vorher beschleunigt werden, also die beschleunigende Kraft seyn $= \frac{MN}{D^2}$. Dächte man sich ebenfalls die Wirkung aller Theilchen im Körper A in einem einzigen Punkte gesammelt, so würde auch jener durch eine M mal gröfsere Kraft als vorher bewegt werden; also würde die beschleunigende Kraft ebenfalls $= \frac{MN}{D^2}$, wie die bewegende. Bey Materien-Elementen ist also beschleunigende und bewegende Kraft eins.

Dächte man sich zwey Körper C und E, bestehend aus X und Y solcher Elemente, so würden ihre absoluten Kräfte seyn MX und NY, die beschleunigenden $\frac{MX}{D^2}$ und $\frac{NY}{D^2}$, die ganze gegenseitige Beschleunigung $= \frac{MX + NY}{D^2}$ und die bewegende Kraft $= \frac{MX\,NY}{D^2}$.

So verhält es sich mit den magnetischen Kräften; die absolute magnetische Kraft eines Körpers kann, ohne dafs die Masse verändert wird, wachsen oder bis Nul abnehmen. Ferner nimmt bekannter Mafsen die magnetische Anziehung, wenn der Abstand wächset, ab; also mufs die Potenz des Abstandes, mit welcher die Anziehungskraft proportionirt ist, *negativ* seyn. Man denke sich zwey magnetische Punkte *a* und *b*, deren absolute Kräfte *m* und *n* sind, und ihre Entfernung von einander $= d$, so wird die beschleunigende und bewegende Kraft seyn wie $mnd^{-t} = \frac{mn}{d^t}$, wenn *t* die Potenz des Abstandes ist, wornach sich die Wirkung der Kräfte richtet. Bestehen zwey magnetische Körper aus *p* und *q* solcher Theilchen, so werden ihre absoluten Kräfte seyn wie *mp* und *nq*, die beschleunigenden wie $\frac{mp}{d^t}$ und $\frac{nq}{d^t}$, und die bewegenden wie $\frac{mp\,nq}{d^t}$. Die Gröfsen *m* und *n* wollen wir die *absoluten Intensitäten* nennen. Nimmt eine derselben oder nehmen beide ab, so müssen nothwe[ndig]

sowohl die beschleunigenden als bewegenden Kräfte abnehmen; wird eine von ihnen oder werden beide $= 0$, so verschwindet sowohl die beschleunigende als bewegende Kraft, und die Körper werden blos vermöge der allgemeinen Gravitation bewegt.

§. 2. Problem. *Wenn ein Linearmagnet auf einen magnetischen Punkt wirkt, der sich in seiner verlängerten Axe befindet, eine Formel zu finden, welche die Gröfse der Anziehungs- oder Abstofsungskraft, womit er auf den magnetischen Punkt wirkt, ausdrückt.*

AB (Fig. 11) sey der Magnet, C sein Mittelpunkt, D der angezogene Punkt. Nun ist es bekannt, dafs der Mittelpunkt weder Anziehungs- noch Abstofsungskraft zeigt (seine absolute Intensität ist $= 0$), aber dafs die Intensität der übrigen Punkte um so gröfser wird, je näher man den Endpunkten A und B kommt. Welches Gesetz dieser Zuwachs der absoluten Intensitäten der Punkte befolge, ist noch nicht ausgemacht; es mufs eine Funktion des Abstandes des Punktes von dem magnetischen Mittelpunkt C seyn. E sey ein Punkt zwischen dem Mittelpunkte C und dem Endpunkte A, dessen Abstand vom Mittelpunkte CE $= 1$, und dessen absolute Intensität $= m$. Nun könnte man sich vorstellen, dafs die absolute Kraft der Punkte E und A sich verhielte, wie eine gewisse Potenz der Abstände CE und CA, oder wie $(\mathrm{CE})^r : (\mathrm{CA})^r$. *Lambert**) nahm an, dafs diese Kräfte sich wie die einfachen Entfernungen verhielten, und setzte also $r = 1$; *Brugmanns* und mehrere glauben, dafs sie sich verhalten, wie die Quadrate des Abstandes, oder setzen $r = 2$. Wir lassen dies fürs Erste unbestimmt, und wollen das Problem allgemein lösen.

Wird CA $= x$ gesetzt, und ein unendlich kleiner Theil der magnetischen Halbaxe $= dx$, so ist $(\mathrm{CE})^r : (\mathrm{CA})^r$ oder $1 : x^r = m : mx^r$, also die absolute Intensität in A $= mx^r$, und die absolute Kraft des Theilchens dx in A $= mx^r dx$ (§. 1). Setzt man das Theilchen in D $= p$, dessen Intensität $= n$, so wird seine absolute Kraft $= np$, die Beschleunigung von D $= \frac{mnx^r dx}{\mathrm{DA}^2}$, und die

*) Sur la courbure du courant magnetique. Mem. de Berlin, A. 1766, Tom. XXII.

bewegende Kraft $= \frac{mnpx^r dx}{DA^t}$. Setzt man den Abstand des Punktes D vom magnetischen Mittelpunkte, oder DC $= a$, so ist DA $=$ DC $-$ AC $= a - x$, und die Beschleunigung wird $= \frac{mnx^r dx}{(a-x)^t}$. Aber da dieser Ausdruck von allen Punkten in der halben Axe AC gilt, so kann man sich die gesammte Kraft aller Punkte in der Halbaxe AC als eine Gröſse denken, deren Differential $\frac{mnx^r dx}{(a-x)^t}$. Setzt man die gesammte Kraft $= v$, so hat man $dv = \frac{mnx^r dx}{(a-x)^t}$.

Denkt man sich einen Punkt F in der andern Halbaxe BC, dessen Abstand vom Mittelpunkte CF $= 1$ und absolute Intensität $= m$ ist, und setzt CB $= x$, so ist gleichfalls die absolute Kraft des Punktes B $= mx^r dx$, und dessen Wirkung auf den Punkt D $= \frac{mnx^r dx}{DB^t}$; aber da DB $=$ DC $+$ CB $= a + x$, so erhält man die Wirkung des Punktes B $= \frac{mnx^r dx}{(a+x)^t}$. Setzt man die gesammte Wirkung aller Punkte in der Halbaxe BC $= v'$, so hat man $dv' = \frac{mnx^r dx}{(a+x)^t}$.

Nun wirken A und B in entgegengesetzten Direktionen; wenn das eine abstöſst, so zieht das andre an; also heben die Kräfte v und v' einander zum Theil auf. Wird die gesammte Kraft beider Halbaxen $=$ K gesetzt, so hat man

$$K = v - v' = \int \frac{mnx^r dx}{(a-x)^t} - \int \frac{mnx^r dx}{(a+x)^t}.$$

§. 5. Die Gröſsen r und t im vorigen §. müssen positive Zahlen, und gröſser als 0 seyn; denn wäre $r = 0$, so würde die Kraft des Punktes A $= mx^0 dx = mdx$ seyn, d. i. alle Punkte der Magnetaxe würden gleich groſse Kraft haben, welchem die Erfahrung widerspricht. Wäre $t = 0$, so würde die von der ganzen Axe auf den Punkt D geäuſserte Anziehungskraft $=$ K $= \int \frac{mnx^r dx}{(a-x)^0} - \int \frac{mnx^r dx}{(a+x)^0} = \int mnx^r dx - \int mnx^r dx = 0$ seyn, d. i. beide Halbaxen wirketen mit gleich groſser Kraft, da der Abstand in der Wirkung

der Kräfte keine Veränderung machte, und sich also die Wirkungen der gleich grofsen entgegengesetzten Kräfte aufhöben.

Wenn ein Punkt nach allen Direktionen hin wirkt, so scheint es, als müsse seine Wirkung im umgekehrten Verhältnisse der Quadrate des Abstandes stehen; denn denkt man sich den Punkt von verschiedenen concentrischen Kugelflächen umgeben, so mufs die Intensität seiner Wirkung auf jeden einzelnen Punkt der Kugelfläche im umgekehrten Verhältnisse zu der Menge der Punkte stehen, da die ungetheilte Wirkung oder die absolute Kraft des Punktes sich selbst gleich und unveränderlich ist. Aber die Menge der Punkte in den verschiedenen Kugelflächen verhält sich wie die Quadrate der Radien dieser Kugelflächen. Es ist also wahrscheinlich, dafs $t = 2$.

Welchen Werth r habe, ist schwieriger auszumitteln; dürfte man nach dem Zuwachse der Kraft vom Mittelpunkte nach den Polen der Galvanischen Säule schliefsen, so wäre $r = 1$. Direkte Versuche können hier nichts aufklären; denn wenn man dem Magneten in verschiedenen Entfernungen vom magnetischen Mittelpunkt Eisen nähert, so zieht nicht der Punkt allein, den man untersuchen will, sondern auch alle neben ihm liegenden, und die Anziehung wird ein Integrale des Elementargesetzes, welches man untersuchen wollte. Am sichersten bleibt es daher, r und t stufenweise verschiedenen Werth zu geben, und die Resultate der dadurch gefundenen Formeln mit der Erfahrung zu vergleichen.

Nun ist

$$\int \frac{mnx^r dx}{(a-x)^t} = mn \int \frac{x^r dx}{(a-x)^t};$$

und

$$\int \frac{x^r dx}{(a-x)^t} = (-1)^{r+1} \times \left\{ \begin{array}{l} \frac{(a-x)^{r+1-t}}{r+1-t} - \frac{ra}{1} \cdot \frac{(a-x)^{r-t}}{r-t} + \frac{r(r-1)a^2}{1 \cdot 2} \cdot \frac{(a-x)^{r-t-1}}{r-t-1} \\ \quad - \frac{r(r-1)(r-2)a^3}{1 \cdot 2 \cdot 3} \cdot \frac{(a-x)^{r-t-2}}{r-t-2} + \&c. \end{array} \right\}.$$

Die Reihe bricht ab, wenn einer der Facktoren $(r-2)$, $(r-3)$ u. s. w. $= 0$ wird; sie wird positiv, wenn $r+1$ eine gleiche, d. h. r eine ungleiche Zahl ist; im entgegengesetzten Falle wird sie negativ.

Gleichfalls findet sich

$$\int \frac{mnx^r dx}{(a+x)^t} = mn \int \frac{x^r dx}{(a+v)^t};$$

und

$$\int \frac{x^r dx}{(a+x)^t} = \frac{(a+x)^{r+1-t}}{r+1-t} - \frac{ra}{1} \cdot \frac{(a+x)^{r-t}}{r-t} + \frac{r(r-1)a^2}{1 \cdot 2} \cdot \frac{(a+x)^{r-t-1}}{r-t-1}$$

$$- \frac{r(r-1)(r-2)a^3}{1 \cdot 2 \cdot 3} \cdot \frac{(a+x)^{r-t-2}}{r-t-2} + \&c.$$

Setzt man z. B. $r = 2$, $t = 2$, so bekommt man:

$$\int \frac{x^2 dx}{(a-x)^2} = - \left\{ \frac{(a-x)^1}{1} - \frac{2a}{1} \cdot \frac{(a-x)^0}{0} + \frac{2 \cdot 1 \cdot a^2}{1 \cdot 2} \cdot \frac{(a-x)^{-1}}{-1} \right\}$$

$$= - a + x + 2a \log (a-x) + \frac{a^2}{a-x} + C.$$

Ferner

$$\int \frac{x^2 dx}{(a+x)^2} = a + x - 2a \log (a+x) - \frac{a^2}{a+x} + c;$$

also ist

$$v = mn \left\{ - a + x + 2a \log (a-x) + \frac{a^2}{a-x} + C \right\}$$

und

$$v' = mn \left\{ a + x - 2a \log (a+x) - \frac{a^2}{a+x} + c \right\}.$$

Setzt man $x = 0$, so wird v und $v' = 0$, und man erhält $C - a + 2a \log a + a = 0$, und $c + a - 2a \log a - a = 0$, also $C = - 2a \log a$, $c = 2a \log a$.

So hat man denn

$$v = mn \left\{ - a + x + 2a \log (a-x) + \frac{a^2}{a-x} - 2a \log a \right\}$$

und

$$v' = mn \left\{ a + x - 2a \log (a+x) - \frac{a^2}{a+x} + 2a \log a \right\};$$

aber

$$K = v - v' = mn\left\{-2a + 2a\log(a-x) + 2a\log(a+x) + \frac{a^2}{a-x} + \frac{a^2}{a+x} - 4a\log a\right\}$$

$$= 2amn\left\{\log(a^2 - x^2) + \frac{a^2}{a^2 - x^2} - 1 - 2\log a\right\}$$

$$= 2amn\left\{\frac{x^2}{a^2 - x^2} - \log\left(\frac{a^2}{a^2 - x^2}\right)\right\}.$$

Ist $r = 1$, so bricht die Reihe für das Integrale beym dritten Gliede ab, ist $r - 2$, so bricht sie beym vierten ab u. s. w. Ferner verdient bemerkt zu werden, daſs, wenn einer der Exponenten $r - t$, $r - t - 1$, $r - t - 2$, u. s. w. $= 0$ wird, das Glied, wozu dieser Exponent gehört, eine logarithmische Funktion von $a - x$ oder $a + x$ wird, wie beym zweyten Gliede im obigen Exempel. Ist dagegen der Exponent im ersten Gliede der Reihe für das Integrale, oder $r + 1 - t$ eine negative Gröſse, so wird die Anziehungskraft oder K keine transcendente Funktion des Abstandes. Aber soll $r + 1 - t$ eine negative Gröſse seyn, so muſs $t > r + 1$, z. B. wenn $t = 3$ und $r = 1$, oder $t = 4$ und $r = 2$ ist, u. s. w.

§. 4. Setzt man $t = 1$, und stufenweise $r = 1$, $r = 2$, $r = 3$, darauf $t = 2$, und $r = 1$, $r = 2$, $r = 3$, endlich $t = 3$, und $r = 1$, $r = 2$, $r = 3$, so findet man für K folgende neun Formeln:

$t = 1$.

I. $r = 1$. $K = mn\left\{a\log\left(\frac{a+x}{a-x}\right) - 2x\right\}$

II. $r = 2$. $K = mn\left\{a^2\log\left(\frac{a^2}{a^2-x^2}\right) - x^2\right\}$

III. $r = 3$. $K = mn\left\{a^3\log\left(\frac{a+x}{a-x}\right) - 2a^2x - \frac{2}{3}x^3\right\}$

$$t = 2.$$

$$\text{IV.} \quad r = 1. \quad K = mn\left\{\frac{2ax}{a^2 - x^2} - \log\left(\frac{a+x}{a-x}\right)\right\}$$

$$\text{V.} \quad r = 2. \quad K = mn\left\{\frac{2ax^2}{a^2 - x^2} - 2a\log\left(\frac{a^2}{a^2 - x^2}\right)\right\}$$

$$\text{VI.} \quad r = 3. \quad K = mn\left\{4ax + \frac{2a^3x}{a^2 - x^2} - 3a^2\log\left(\frac{a+x}{a-x}\right)\right\}$$

$$t = 3.$$

$$\text{VII.} \quad r = 1. \quad K = mn \times \frac{2x^3}{(a^2 - x^2)^2}$$

$$\text{VIII.} \quad r = 2. \quad K = mn\left\{\log\left(\frac{a^2}{a^2 - x^2}\right) - \frac{a^2x^2 - 3x^4}{(a^2 - x^2)^2}\right\}$$

$$\text{IX.} \quad r = 3. \quad K = mn\left\{3a\log\left(\frac{a+x}{a-x}\right) - \frac{2x(4a^2 - x^2)}{a^2 - x^2} + \frac{2a^4x}{(a^2 - x^2)^2}\right\}$$

Die Anziehung K ist also gleich dem Produkte mn, multiplicirt mit *einer* Funktion des Abstandes a und der Gröſse der Magnetaxe x. Setzet man diese Funktion $= F$, so hat man $K = mn \cdot F$. Nimmt man die magnetische Halbaxe $x = 1$ an, und setzet in diesen neun Formeln $a = 2$, $a = 3$, $a = 4$ u. s. w., so bekommt man die Werthe von F, die sich in der folgenden Tabelle finden.

Formel.	$a = 11.$	$a = 10.$	$a = 9.$	$a = 7.$	$a = 5.$	$a = 4$
I.	0,0055371	0,0067070	0,0082920	0,0137745	0,0273255	
II.	0,0040552	0,0050336	0,0062241	0,0103451	0,0205499	
III.	0,0033254	0,0040288	0,0049822	0,0082842	0,0164718	
IV.	0,0010118	0,0013495	0,0018564	0,0039846	0,0112015	0,0225077
V.	0,0007597	0,0010135	0,0013946	0,0029966	0,0084467	0,0170252
VI.	0,0006082	0,0008057	0,0011170	0,0024020	0,0067856	0,0137034
VII.	0,0001389	0,0002041	0,0003125	0,0008681	0,0034722	
VIII.	0,0001044	0,0001534	0,0002350	0,0006540	0,0026276	
IX.	0,0000834	0,0001229	0,0001884	0,0005221	0,0021155	

In dieser Tabelle bezeichnet *a* den Abstand des angezogenen Punktes vom Mittelpunkte der Magnetaxe, ausgedrückt in Halbaxen des Magneten, oder halben Magnetlängen; die Zahlen in der ersten horizontalen Reihe bezeichnen die Funktion *F*, berechnet nach der Formel I., in der zweyten Reihe dieselbe Funktion nach der Formel II. u. s. w. Diese Zahlen sollten noch multiplicirt werden mit dem Produkte *mn* der absoluten Kräfte des Magneten und des angezogenen Punktes, um die Anziehungskraft K auszudrücken; aber so lange man den nämlichen Magneten und den nämlichen angezogenen Punkt behält, bleibt *mn* eine beständige Gröfse, und kann = 1 gesetzt werden.

§. 5. Um zu entdecken, welche dieser neun Formeln die Veränderung der magnetischen Kräfte, oder richtiger der magnetischen Anziehung in verschiedenen Abständen am besten ausdrückte, wurden folgende Versuche angestellt:

Auf einem horizontalen Tische ward ein fein eingetheilter Compafs mit einer sehr lebendigen Nadel so gestellt, dafs die Nadel genau auf 0° zeigte; darauf ward eine Linie senkrecht auf den magnetischen Meridian durch den Mittelpunkt der Nadel gezogen, und diese Linie in magnetische Halbaxen, und jede von diesen in zehn gleich grofse Theile eingetheilt. Endlich ward ein künstlicher Magnet in diese Linie und zwar in verschiedenen Abständen von der Magnetnadel gelegt, und die Gröfse der Winkel aufgezeichnet, welche die Magnetnadel mit dem magnetischen Meridiane machte.

AB (Fig. 12) war ein hölzernes Lineal, 2 Ellen lang und etwas mehr als 2 Decimalzolle breit, durch dessen Mitte eine gerade Linie *tr* parallel mit den Seiten gezogen wurde; hierauf ward ein Compafs *monp* gesetzt, dessen Boden eine viereckige Messingplatte *abdc* war, die auf allen Seiten unter der cylindrischen Compafsdose hervorragte. Auf dieser Platte war eine Linie *ef* durch den Mittelpunkt der Nadel *g* und die Punkte 90° gezogen, und diese Linie war auf der Platte aufserhalb der Dose gerade bis zu den Ecken *e* und *f* verlängert. Nun ward der Compafs so auf das Lineal gestellt, dafs die Linie *ef* genau die mittelste Linie *tr* des Lineals deckte, und darauf das Lineal so lange auf dem Tische gedreht, bis die Nadel *op* genau die Linie *mn*, welche mit 0° bezeichnet und senkrecht auf *ef* war, im Compafse deckte. Der Compafs

war von Hr. *Drechsler* in Hannover verfertigt, der versilberte Limbus in ganzen Graden sehr sauber eingetheilt; die Nadel, deren Länge $24\frac{6}{10}$, Breite in der Mitte ½ und Dicke ⅐ Rheinl. Decimallinien betrug, war an beiden Enden überaus fein pyramidalisch zugespitzt, und kam nach einigen Oscillationen immer auf den nämlichen Punkt des Limbus aufs schärfste zurück. Beide Endpunkte der Nadel zeigten auf entgegengesetzten Seiten des Limbus genau den nämlichen Winkel, so daſs keine merkliche Excentricität vorhanden war. Die Höhe des Limbus (also der Fläche, worin sich die Nadel bewegte) über der untersten Grundfläche des Bodens war ungefähr 4 Decimallinien. Um den Mittelpunkt der Nadel gerade über den Anfangspunkt *g* der Eintheilungen *g*, 1, 2, 3, 4 des Lineals zu bringen, ward die halbe Breite der Bodenfläche oder $\frac{1}{2}ab = \frac{1}{2}cd$ von *g* aus nach *e* und *f* getragen, und beide Seiten *ac* und *bd* des Bodens gerade durch diese Punkte gelegt. Ferner ward zum Versuche ein künstlicher Magnet OP gebraucht, dessen Länge 5″ 6‴,4, die Breite 5‴,[illegible] und die Dicke ungefähr 1‴,2 betrug. Dieser Magnet ward auf die in magnetische Halbaxen *g* — 1, 1 — 2, 2 — 3 u. s. w. eingetheilte Linie *gr* auf hoher Kante*) gelegt, erst mit dem Nordpole P, und nachher mit dem Südpole O voran, und darauf ward die Abweichung der Magnetnadel *mgo* = aufgezeichnet.

Erster Versuch mit dem Magneten B:

Abstand $gC = a$		12.8	11.0	10.0	9.0	8.6	8.2	7.8	7.4	7.0	6.6	6.2
Winkel $mgo = w$	N. P.	0°⅔	1° +	1°½ —	2°	2°¼	2°⅔	3° +	3°⅝	4°¼	5° +	6° +
	S. P.	0 ⅔	1 +	1 ½ —	2	2 ¼	2 ⅔	3 +	3 ⅝	4 ¼	5 +	6 ½
	Mittel	0° 40′	1° 6′	1° 24′	2° 0′	2° 15′	2° 39′	3° 6′	3° 37′	4° 15′	5° 6′	6° 1[illegible]

Abstand $gC = a$		5.8	5.4	5.0	4.8	4.6	4.4	4.2	4.0	3.8	3.6
Winkel $mgo = w$	N. P.	7°½	9°⅓	11°¾	13°⅓	15°⅙	17°½	20°	23°⅛	26°¼	31°[illegible]
	S. P.	7 ¼	9 ⅓	12	13 ¾	15 ½	17 ⅓	20 ¼	23 ½	27 ⅝	31 ⅙
	Mittel	7° 38′	9° 20′	11° 52′	13° 33′	15° 20′	17° 50′	20° 8′	23° 20′	26° 56′	31° [illegible]

Die erste horizontale Reihe ist der Abstand zwischen dem Mittelpu[nkt] der Nadel und dem des Magneten, in Halbaxen des Magneten und Zehnth[eilen]

*) Um die Mittellinie oder Axe des Magneten ungefähr in die verlängerte Fläche des [illegible] der Magnetnadel zu bringen.

derselben ausgemessen; die zweyte Reihe ist die Abweichung der Nadel von dem magnetischen Meridiane, wenn der Nordpol des Magneten, die dritte, wenn sein Südpol der Nadel zugekehrt war; die vierte Reihe ist die Mittelzahl beider. Die Brüche der Grade wurden nach dem Augenmaaſse vermittelst einer Loupe geschätzt. Das Zeichen (+) oder (—) bedeutet, daſs der Winkel ein wenig über oder ein wenig unter dem angegebenen war, aber so wenig, daſs das Auge die Gröſse davon nicht beurtheilen konnte; ich habe es für $\frac{1}{10}$ Grad oder 6′ gerechnet; jedoch scheint die Berechnung dieser Versuche in §. 6 zu zeigen, daſs diese Schätzung ein Paar Minuten zu groſs war.

Zweyter Versuch mit dem Magneten A, der die nämlichen Ausdehnungen hatte, aber etwas schwächer war *):

Abstand $gC = a$	12.8	11.0	10.0	9.0	8.6	8.2	7.8	7.4	7.0	6.6
Winkel $mgo = w$ N. P.	0°⅔	1° —	1°¼	1°⅔	2° —	2°⅛	2°½	3° —	3°½	4°⅛
S. P.	0 ½	0 ⅞	1 ⅛	1 ½ +	1 ⅞	2 ⅛	2 ½	3	3 ½ +	4 ⅙
Mittel	0° 35′	0° 53′	1° 11′	1° 38′	1° 52′	2° 7′	2° 30′	2° 57′	3° 33′	4° 9′
Abstand $gC = a$	6.2	5.8	5.4	5.0	4.8	4.6	4.4	4.2	4.0	3.8
Winkel $mgo = w$ N. P.	5°	6° +	7°⅔	9°⅔	10°⅞	12°⅜	14°⅜	16°⅓	19° —	22°
S. P.	5	6 ⅛	7 ¾	9 ¾	11 ¼	12 ⅝	14 ⅓	16 ½	19 ¼	22 ½
Mittel	5° 0′	6° 7′	7° 42′	9° 42′	11° 4′	12° 31′	14° 20′	16° 26′	19° 4′	22° 15′

*) Ich finde in meinen Aufzeichnungen über diese Versuche bey beiden angemerkt, "daſs die Nadel nach dem Versuche genau wieder nach 0° zurückging", und erinnere dabey, daſs, als ich das erste Mal den Versuch mit dem Magneten B, wobey der Nordpol der Nadel zugekehrt war, gemacht hatte, und der Magnet darauf weggenommen wurde, die Nadel nicht länger auf 0° zeigte, sondern beynahe 1° davon abwich. Dies lieſs mich glauben, daſs das Lineal während der Arbeit verrückt worden; ich befestigte es daher auf dem Tische, und machte den Versuch von neuem mit dem Südpole voran. Als aber der Versuch zu Ende war, und der Magnet weggenommen wurde, war der Erfolg der nämliche, wie zuvor, nur daſs die Nadel jetzt nach der andern Seite von 0° hin abwich. Dies geschah regelmäſsig mehrere Male nach einander. Ich vermuthete daher, daſs dies von einer Verrückung in der Axe oder den Kräften der Nadel durch die ungleiche und schiefe Einwirkung des nächsten Poles des Magneten kommen müſste. Ich nahm daher die Nadel heraus, bestrich sie mit beiden Magneten, und drehete nachher unter dem Versuche abwechselnd den Nordpol und den Südpol voran, um die Nadel nicht so lange der Wirkung des einen Poles allein auszusetzen; und der Erfolg war der oberwähnte.

Aus diesen Abweichungen der Nadel läfst sich die Gröfse der Wirkung des Magneten auf folgende Art herleiten:

In Fig. 13 sey MN der magnetische Meridian, *ab* eine Magnetnadel, welche einen Winkel mit demselben macht, nämlich M*cb* $= w$. Die magnetische Kraft der Erde wirkt auf alle Punkte in der Nadel parallel mit dem magnetischen Meridiane MN; aber da diese Wirkung unter einem schiefen Winkel geschieht, so folgt, dafs nur der auf die Nadel senkrechte Theil der Kraft ihre Umdrehung oder Bewegung nach der Linie MN zu bewirkt. Wird nun die magnetische Kraft der Erde $= M$ und die eigenthümliche Kraft der Nadel $= n$ gesetzt, so wird sie gegen MN durch eine Kraft getrieben, deren Moment $= Mnl \,.\, \sin v$ ist, wenn l eine gewisse Linie bedeutet, deren Länge durch die Länge der Nadel bestimmt ist.

Ferner sey cB eine auf dem magnetischen Meridiane senkrechte Linie, und in derselben liege der lineare Magnet AB. Wenn nun die Anziehung des Magneten AB auf alle Punkte der Nadel *ab* in Direktionen wirkte, welche parallel mit der Linie cB wären, so würde die Kraft, mit welcher der Magnet strebt, die Nadel gegen die Linie cB hinzudrehen, mit dem Sinus des Winkels bcB proportionirt seyn; aber dieses ist nur beinahe richtig, wenn der Abstand cC verglichen mit der Gröfse der Nadel sehr grofs ist. Für grofse Entfernungen kann man also, wenn $K = mnF$ die beschleunigende Kraft des Magneten i (§. 4), die Wirkung des Magneten auf die Nadel $= Kl \,.\, \sin$ bcB $= mnlF \,.\, \sin$ bc $= mnlF \,.\, \cos$ Mcb $= mnlF \,.\, \cos w$ setzen. Aber soll die Nadel im Gleichgewichte zwischen der Kraft K und der Kraft M seyn, so mufs $Mnl \,.\, \sin$ $= mnlF \,.\, \cos w$ seyn, oder $M \tang w = m \,.\, F$; d. i. $\tang w = \frac{m \,.\, F}{M}$ *). Al da m, welches die eigenthümliche Kraft des Magneten ausdrückt, und welches die magnetische Kraft der Erde ist, beständige Gröfsen sind, so si man hieraus, dafs die Tangenten des Winkels w mit der Funktion F propor nirt seyn müssen, d. i. wenn man die Tangenten zu den beym ersten

*) Da n, oder der Ausdruck für die absolute Kraft der Nadel, auf beiden Seiten vorkomm fällt es weg, woraus man sieht, dafs es gleichgültig ist, und sich einerley Resultat er ob man eine stärkere oder schwächere Nadel zum Versuche gebraucht.

zweyten Versuche gefundenen Winkeln in den Abständen 11, 10, 9 u. s. w. sucht, so soll das Verhältniſs zwischen diesen Tangenten das nämliche seyn, wie zwischen den Werthen von F in der Tabelle in §. 4, sobald eine der neun Formeln den rechten Werth der Gröſsen r und t in der Differentialformel §. 2 enthält. Am leichtesten geschieht die Vergleichung, wenn man, statt der Tangenten der Winkel w, ihre Logarithmen und ebenfalls die Logarithmen der Zahlen in §. 4, oder der Werthe von F nimmt, wie folgende Tabellen zeigen.

Abstand a.	Winkel w.		log. vulg. tang w.		Diff. log. vulg. tang. w.		
	Magnet A.	Magnet B.	Magnet A.	Magnet B.	Magnet A.	Magnet B.	Mittel aus A und B.
11	0° 53′	1° 6′	8.18804	8.28332			
10	1 11	1 24	8.31505	8.38809	0.12701	0.10477	0.11589
9	1 58	2 0	8.45507	8.54508	0.26703	0.25976	0.26339
7	3 33	4 15	8.79266	8.87106	0.60462	0.58774	0.59618
5	9 44	11 52	9 23283	9.32248	1.04479	1.03916	1.04197
4	19 4	23 20	9.55861	9.63484	1.35057	1.35152	1.35104

Abstand a.	Logarithm. vulg. F.			Different. log. vulg. F.		
	I.	II.	III.	I.	II.	III.
11	7.74328	7.60801	7.52184			
10	7.82652	7.70188	7.60517	0.08324	0 09387	0.08333
9	7.91866	7.79408	7.69742	0.17538	0.18607	0.17558
7	8.15906	8.01475	7.91825	0.39578	0.40672	0.39641
5	8.43656	8.31281	8.21674	0.69328	0.70480	0.69490

Abstand a.	Logarithm. vulg. F.			Different. log. vulg. F.		
	IV.	V.	VI.	IV.	V.	VI.
11	7.00509	6.88062	6.78405			
10	7.13017	7.00582	6.90617	0.12508	0.12520	0.12212
9	7.26867	7.14445	7.04805	0.26358	0.26383	0.26400
7	7.60038	7.47663	7.38057	0.59529	0.59601	0.59652
5	8.04930	7.92669	7.83146	1.04421	1.04607	1 04741
4	8.35233	8 23108	8.13682	1.34724	1.35046	1.35277

Abstand a	Logarithm. vulg. F.			Different. log. vulg. F.		
	VII.	VIII.	IX.	VII.	VIII.	IX.
11	6.14274	6.01865	5.92219			
10	6.30976	6.18580	6.08959	0.16712	0.16727	0.16740
9	6.49485	6.37110	6.27505	0.35221	0.35257	0.35284
7	6.93855	6.81558	6.71778	0.79591	0.79705	0.79559
6	7.54060	7.41956	7.32541	1.39796	1.40105	1.40332

In der ersten Tabelle enthält die erste vertikale Columne den Abstand des Mittelpunktes des Magneten von dem der Nadel, die beiden folgenden die Abweichungen der Nadel vom magnetischen Meridiane für beide Magneten, die beiden folgenden die Logarithmen der Tangenten dieser Winkel, für den log sin. tot. = 10; die beiden folgenden enthalten die Differenzen zwischen dem Logarithmus der ersten und zweyten Tangente, zwischen dem der ersten und dritten, der ersten und vierten Tangente u. s. w. Diese Zahlen sind also die Logarithmen der Quotienten aller Tangenten, dividirt mit der ersten Tangente des Winkels w für den Abstand $a = 11$, und die diesen Logarithmen entsprechenden Zahlen zeigen, wie viele Male die Tangente von w in jedem Abstande größer ist, als die Tangente von w in dem Abstande $a = 11$ Halbaxen des Magneten. Da aber die magnetische Wirkung K mit diesen Tangenten von w proportionirt ist, so zeigen die diesen Differenzen der Logarithme entsprechenden Zahlen auch, wie viele Male die magnetische Anziehungskraf K in jedem Abstande größer ist, als in dem ersten Abstande = 11. So finde sich für den Magneten A im Abstande 4: diff. log. vulg. tang w = log tang 19° — log tang 0° 55′ = 1,55057; und für den Magneten B im nämlichen A stande log tang 25° 20′ — log tang 1° 6′ = 1,55152. Die diesen Logarithme differenzen entsprechenden Zahlen sind 22,417 und 22,466; also ist die m netische Anziehung in dem Abstande 4 magnetischer Halbaxen 22,44 mal, o ungefähr 22½ mal größer, als in dem Abstande von 11 magnetischen H axen u. s. w.

In den drey folgenden Tabellen zeigt die erste Columne den Abstand

die drey folgenden die Logarithmen*) der in §. 4 berechneten Werthe von F für alle neun Formeln an; die drey letzten weisen den Unterschied zwischen dem ersten und allen folgenden Logarithmen. Die Formel, bey welcher diese Logarithmendifferenzen den Differenzen der Logarithmen für die Tangente von w gleich sind, muſs diejenige seyn, welche die wahren Wirkungsgesetze des Magneten ausdrückt. Man sieht, daſs die Differenzen bey den drey ersten Formeln zu klein, bey den drey letzten zu groſs sind; bey den drey mittleren stimmen sie zum Verwundern genau mit den Differenzen der Logarithmen der Tangenten überein. So ist in der 4ten, 5ten und 6ten Formel diff. log F für den Abstand 4 = 1.34724, 1.35046 und 1.35257, und die entsprechenden Zahlen 22,245, 22,411 und 22,530. Aber oben ward gefunden, daſs die Magnetkraft im Abstande 4 22,417 Mal gröſser war, als im Abstande 11. Man sieht also, daſs diese drey Formeln für den Abstand 4 eine 22 Mal gröſsere Kraft geben, als für den Abstand 11; aber daſs die Formel 4 ein etwas zu kleines, die Formel 6 ein etwas zu groſses Resultat ausweist, wenn man auf die Decimaltheile sieht. Die Formel 5 stimmt mit dem Resultate des Magneten A bis zu den Hunderttheilen überein. Um die Uebereinstimmung dieser drey Formeln (IV., V. und VI.) mit den Gesetzen des Magneten noch deutlicher zu zeigen, habe ich die zu den Logarithmendifferenzen in der ersten und dritten Tabelle gehörigen Zahlen in folgender Tabelle aufgeführt, welche den Zuwachs der magnetischen Intensität nach dem Versuche und nach den Formeln zeigt (die Intensität in dem Abstande 11 als Einheit angenommen).

Abstand a.	Zuwachs der Intensität.					
	Nach Beobachtung.			Nach Berechnung.		
	Magnet A.	Magnet B.	Mittel.	Formel IV.	Formel V.	Formel VI.
11	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
10	1.340	1.273	1.306	1.334	1.334	1.325
9	1.849	1.819	1.834	1.835	1.836	1.836
7	4.024	3.870	3.947	3.938	3.945	3.949
5	11.086	10.944	11.015	11.072	11.119	11.154
4	22.417	22.466	22.441	22.245	22.411	22.530

*) Der Logarithmus von 1 ist hier = 10 anstatt = 0 angenommen, um den negativen Kennziffern zu entgehen; also sollte eigentlich hinter jedem Logarithmus stehen — 10.

§. 6. Um zu erfahren, in wie weit die Länge der Nadel Einflufs auf den Winkel w habe, nahm ich eine Uhrfeder von der Länge eines Decimalzolles, feilte sie spitz an beiden Enden, schlug mit einer Stahlspitze eine Vertiefung in ihre Mitte, und krümmte sie ein wenig, so dafs ihr Schwerpunkt unter die Vertiefung fiel. Darauf leimte ich an das andere Ende des erwähnten Lineals eine Papierscheibe, theilte diese in 360°, und errichtete in ihrer Mitte eine feine Spitze, worauf die Uhrfeder, welche magnetisirt war, gelegt wurde.

Die Versuche in §. 5 wurden nun mit diesem Apparat und dem Magneten B wiederholt.

Dritter Versuch.

Abst. $gC = a$		7.0	6.6	6.2	5.8	5.4	5.0	4.6	4.2	3.8	3.6	3.4
Winkel $mgo = w$	N. P.	4°15′	5°30′	6°22′	7°30′	9°37′	12° 3′	15°22′	20° 6′	27° 7′	31°28′	36°22′
	S. P.	4 8	4 53	5 45	7 38	9 0	11 0	15 8	19 38	27 15	30 55	36 8
	Mitt.	4°11′	5°11′	6° 5′	7°34′	9°18′	11°31′	15°15′	19°52′	27°11′	31° 7′	36°15′

Abst. $gC = a$		3.2	3.0	2.8	2.6	2.4	2.2	2.0	1.8	1.6	1.4
Winkel $mgo = w$	N. P.	42° 7′	48°53′	55°52′	62° 55′	69° 26′	75° 56′	81° 3′	84°30′	88° 7′	89°45′
	S. P.	42 8	48 23	55 30	62 38	69 41	75 41	80 41	85 0	88 0	90 15
	Mitt.	42° 7′	48°37′	55°41′	62° 45′	69° 33′	75° 48′	80° 52′	84°45′	88° 3′	90° 0

Die nördliche Spitze der Nadel gab beständig den Winkel w um $1\frac{1}{2}°$ bis 2° gröfser an, als die südliche; der Mittelpunkt mufs also etwas aufserhalb der geraden Linie gelegen haben, welche die Endpunkte verbindet. Die hier angeführten Winkel sind die Mittelzahl zwischen beiden Ablesungen.

Vergleichet man nun diese Werthe des Winkels w mit den Werthen im ersten Versuche §. 5, so sieht man, dafs die Differenzen nicht gröfser sind, als dafs sie sich vollkommen aus Fehlern in der Ablesung beym dritten Versuche erklären lassen. Wenn der Abstand nicht kleiner wird als 4, so scheint also die Länge der Nadel keinen merklichen Einflufs auf den Winkel w zu haben.

Um die durch beide Nadeln gefundene Gröfse des Winkels w auch in kleineren Abständen vom Magneten vergleichen zu können, ward der Compafs wie in §. 5 auf das Lineal gesetzt, wie auch der Magnet B auf die Linie tr

mit dem Nordpole P gegen den Mittelpunkt *g* der Nadel gelegt, und folgende Winkel beobachtet.

Vierter Versuch.

$a =$	4.0	3.8	3.6	3.4	3.2	3.0	2.8	2.6	2.4	2.2	2.0
$mgo = w$	22°⅞ 22° 53′	26°½ 26° 30′	31°¼ 31° 15′	36°¾ 36° 45′	43° + 43° 6′	50°½ 50° 30′	58°½ 58° 30′	66°¼ 66° 15′	73°¾ 73° 45′	80° 80° 0′	85° 85° 0′

Hier sieht man, daſs vom Abstande 3 bis zum Abstande 2 die gröſsere Nadel beständig den Winkel *w* gröſser angab, als die kleinere, so daſs der Unterschied an letzterer Stelle über 4° ist.

Berechnet man nun die Funktion *F* nach den Formeln IV., V. und VI., so findet man

	IV.	V.	VI.
nach Formel	IV.	V.	VI.
für $a = 3.0$, $F =$	0,056855	0,043302	0,035026
für $a = 2.0$, $F =$	0,234721	0,182605	0,149986.

Behandelt man nun die Winkel im dritten Versuche auf dieselbe Weise, wie in §. 5, so erhält man folgende Resultate*):

Abstand *a.*	Magnet B.			log. vulg. *F.*			Diff. log. vulg. *F.*		
	Winkel *w.*	log. tang. *w.*	diff. log. tang. *w.*	IV.	V.	VI.	IV.	V.	VI.
11	1° 6′	8.28332	0.00000	7.00509	6.88062	6.78405	0.00000	0.00000	0.00000
3	48 37	10.05497	1.77165	8.75475	8.63651	8.54439	1.74966	1.75589	1.76034
2	80 52	10.70379	2.51047	9.37055	9.26151	9.17505	2.36546	2.38089	2.39100

Hieraus ersieht man, daſs $\log \frac{\text{tang } 48^\circ\ 37'}{\text{tang } 1^\circ\ 6'} = 10.05497 - 8.28332$ $= 1.77165$; also $\frac{\text{tang } 48^\circ\ 37'}{\text{tang } 1^\circ\ 6'} = 59.109$, d. i. die magnetische Anziehung ist in dem Abstande von drey Halbaxen des Magneten 59 Mal gröſser, als in dem Abstande 11; aber die Formel IV. giebt 56,191, die Formel V. 57,002, und

*) Winkel *w* für $a = 11$ ist hier aus dem ersten Versuche entlehnt.

die Formel VI. 57,589. Auf dieselbe Weise findet man, daſs im Abstande 2 die Kraft 323,94 Mal gröſser sey als im Abstande 11; aber Formel IV. giebt 231,99, Formel V. 240,38 und Formel VI. 246,04. Hier geben alle drey Formeln ein zu kleines Resultat; aber hieraus läſst sich wohl nichts anders schlieſsen, als daſs der Abstand a hier zu geringe sey, um die Wirkung des Magneten so ansehen zu können, als geschähe sie auf alle Punkte der Nadel unter gleichen Winkeln und mit gleicher Intensität.

§. 7. Die Resultate dieser Versuche sind demnach: daſs, wenn man in der Differenzialformel $K = mn\left(\int \frac{x^r dx}{(a-x)^t} - \int \frac{x^r dx}{(a+x)^t}\right)$ (§. 2) $t = 1$, oder $t = 3$ setzt, die durch den ersten Ausdruck gefundenen Formeln ein zu langsames, hingegen die durch den letzten gefundenen ein zu schnelles Zunehmen der magnetischen Anziehung geben. Setzt man aber $t = 2$, so drücken die durch diesen Werth von t gefundenen Formeln sehr genau den Zuwachs der Magnetkraft in verschiedenen Abständen aus. Es ist also bewiesen, *daſs die Anziehungskraft, mit welcher zwey magnetische Punkte auf einander wirken, in umgekehrtem Verhältnisse der Quadraten des Abstandes steht*, welches das erste Elementargesetz für die magnetische Wirkung ist.

Was das zweyte Elementargesetz betrifft, oder die Zunahme der Kraft in der Magnetaxe vom magnetischen Mittelpunkte nach beiden Polen zu, oder den Werth von r, so scheint es, als ob $r = 2$ den Zuwachs der magnetischen Wirkung am genauesten ausdrückte, oder, *daſs die Kraft in der Axe nach den Quadraten der Abstände vom Mittelpunkte zunähme*; d. i. *Jedes Punktes absolute Intensität ist proportionirt mit dem Quadrate seines Abstandes vom magnetischen Mittelpunkte.*

§. 8. In §. 5 ward gezeigt, daſs, bezeichnet M die magnetische Kraft der Erde, womit sie eine horizontale Nadel gegen den magnetischen Meridian drehet; w den Winkel, um welchen diese Nadel von dem magnetischen Meridiane durch Einwirkung eines Magneten abweicht, der in eine durch den Mittelpunkt der Nadel auf den magnetischen Meridian perpendikular gezogene Linie gelegt wird; m die absolute Kraft des Magneten (die Kraft des Punktes in der Axe, dessen Abstand vom magnetischen Mittelpunkte $= 1$); und

die Funktion, womit m multiplicirt werden mufste, um die gesammte Wirkung des Magneten zu geben: alsdann $M \cdot \tang w = m \cdot F$; also $\frac{M}{m} = \frac{F}{\tang w}$ sey. Da aber M und m unveränderliche Gröfsen sind, so mufs F dividirt mit $\tang w$ einen beständigen Quotienten $= \frac{M}{m}$ für alle Abstände geben. Folgende Tabelle enthält eine solche Vergleichung zwischen $\tang w$ und der Funktion F, nach der 4ten und 5ten Formel berechnet.

Abstand a.	Winkel w. Magnet.		Formel IV.					Formel V.				
			log F.	$\frac{M}{m} = \frac{F}{\tang w}$		Winkel w berechnet.		log F.	$\frac{M}{m} = \frac{F}{\tang w}$		Winkel w berechnet.	
	A.	B.		A.	B.	A.	B.		A.	B.	A.	B.
12.8	0° 35′	0° 40′	6.80414	0.062565	0.054745	0° 34′	0° 41′	6.68063	0.047079	0.041193	0° 34′	0° 41′
11.0	0 53	1 6	7.00505	0.065617	0.052691	0 53	1 5	6.87821	0.048997	0.039345	0 53	1 5
10.0	1 11	1 24	7.13014	0.065327	0.055215	1 11	1 27	7.00288	0.048734	0.041190	1 10	1 26
9.0	1 38	2 0	7.28669	0.065106	0.053163	1 37	1 59	7.14625	0.049111	0.040102	1 38	2 0
8.6	1° 52′	2° 15′	7.32854	0.065379	0.054233	1° 52′	2° 17′	7.20368	0.049043	0.040682	1° 52′	2° 17′
8.2	2 7	2 39	7.39132	0.066620	0.053198	2 9	2 38	7.26773	0.050119	0.040023	2 9	2 38
7.8	2 30	3 6	7.45726	0.065640	0.052918	2 30	3 4	7.33403	0.049424	0.039845	2 31	3 4
7.4	2 57	3 37	7.52687	0.065282	0.053225	2 56	3 36	7.40350	0.049139	0.040063	2 57	3 36
7.0	3° 33′	4° 15′	7.60037	0.064226	0.053618	3° 29′	4° 15′	7.47674	0.048315	0.040335	3° 29′	4° 16′
6.6	4 9	5 6	7.67838	0.065721	0.053430	4 10	5 5	7.55505	0.049472	0.040220	4 11	5 6
6.2	5 0	6 11	7.76148	0.065997	0.053296	5 2	6 9	7.63827	0.049696	0.040131	5 3	6 10
5.8	6 7	7 38	7.85036	0.066117	0.052868	6 10	7 32	7.72937	0.050041	0.040013	6 14	7 35
5.4	7° 42′	9° 20′	7.94592	0.065305	0.053721	7° 40′	9° 22′	7.82338	0.049248	0.040514	7° 43′	9° 24′
5.0	9 42	11 52	8.04928	0.065532	0.053312	9 42	11 49	7.92665	0.049411	0.040195	9 45	11 52
4.8	11 4	13 33	8.10430	0.065985	0.052755	10 59	13 21	7.98213	0.049067	0.039821	11 3	13 25
4.6	12 31	15 20	8.16186	0.065389	0.052941	12 30	15 10	8.03985	0.049374	0.039975	12 34	15 15
4.4	14° 20′	17° 30′	8.22217	0.065276	0.052900	14° 17′	17° 18′	8.10045	0.049321	0.039970	14° 23′	17° 24′
4.2	16 26	20 8	8.28556	0.065435	0.052646	16 25	19 49	8.16411	0.049472	0.039803	16 32	19 56
4.0	19 4	23 20	8.35232	0.065121	0.052177	18 57	22 48	8.23106	0.049255	0.039466	19 6	22 56
3.8	22 15	26 56	8.42291	0.064725	0.052120	22 0	26 19	8.30222	0.049021	0.039473	22 11	26 30
3.6		31° 51′	8.49777		0.051309	23° 38′	30° 26′	8.37756		0.038901	25° 53′	30° 40′
3.4		36 15	8.57753		0.051557	27 45	35 13	8.45789		0.038414	30 47	35 30
3.2		42 7	8.66289		0.050896	32 38	40 40	8.54389		0.037848	35 26	41 1
3.0		48 37	8.75475		0.050094	38 21	46 43	8.63651		0.038311	41 22	47 6

Die drey ersten vertikalen Columnen in dieser Tabelle enthalten die in dem ersten und zweyten Versuche (§. 5) gefundenen Winkel w*) mit dem Ab-

*) Doch sind die drey letzten Winkel w für $a = 3.4$, 3.2 und 3.0 aus dem dritten Versuche in §. 6 genommen.

stande des Mittelpunktes des Magneten vom Mittelpunkte der Nadel; die nächste enthält den Logarithmus der Funktion, nach der 4ten Formel berechnet, (doch muſs von der Kennziffer jedes Logarithmus 10 abgezogen werden). Die Zahlen in den beiden folgenden Columnen sind gefunden, indem F mit tang w dividirt ist, z. B. im Abstande 7 ist:

$$\log. \text{vulg.}\, F = 7.60037 - 10$$
$$\log. \text{vulg. tang.}\, 4^\circ\ 15' = 8.87106 - 10$$
$$\log \frac{F}{\text{tang}\, w} = 8.72931 - 10.$$

Die zu diesem Logarithmus gehörige Zahl ist 0,053618, welche in der mit B bezeichneten Columne für den Abstand $a = 7$ gefunden wird. Man sieht, daſs diese Quotienten ziemlich übereinstimmend sind, und daſs sie erst in kleinen Abständen anfangen je kleiner und kleiner zu werden. Nimmt man eine Mittelzahl der 14 ersten bis zum Abstand $a = 5.0$, in der zweyten mit B bezeichneten Columne, so bekommt man $\frac{M}{m} = \frac{F}{\text{tang}\, w} = 0{,}05555$ für den Magneten B. Nimmt man gleichfalls eine Mittelzahl der 15 ersten (die erste für den Abstand $a = 12.8$ ausgenommen, wo der Winkel w beym Versuch etwas zu groſs genommen ist), in der ersten mit A bezeichneten Columne, so erhält man für den Magneten A; $\frac{M}{m'} = \frac{F}{\text{tang}\, w'} = 0{,}06555$. Nun ist $\text{tang}\, w = F : \frac{M}{m} = \frac{F}{0{,}05555} = F \times 18{,}674$ für den Magneten B; und $\text{tang}\, w' = F : \frac{M}{m'} = \frac{F}{0{,}06555} = F \times 15{,}915$ für den Magneten A. Man kann also, wenn der Werth $\frac{M}{m}$ durch Versuche gefunden ist, den Winkel in jedem beliebigen Abstande berechnen, wenn man nur im Voraus den W[erth] von F für denselben Abstand berechnet; z. B. für $a = 11$.

Magnet A.	Magnet B.
$\log F = 7.00505 - 10$	$\log F = 7.00505 - 10$
$\log \frac{m'}{M} = \log 13.915 = 1.14343$	$\log \frac{m}{M} = \log 18.674 = 1.27124$
$\log. \text{tang } w' = 8.14848 - 10$	$\log. \text{tang } w = 8.27629 - 10.$

In dem Abstande $a = 11$ ergiebt sich also für den Magneten A, $w' = 0^\circ\ 53'\ 3''$, und für den Magneten B, $w = 1^\circ\ 4'\ 56''$, fast ganz wie der Versuch sie gegeben hat. Die zwey folgenden Columnen in der Tabelle enthalten die auf diese Weise berechneten Winkel w und w' für beide Magneten.

Die fünf folgenden Columnen enthalten das nämliche wie die vorhergehenden, nur dafs hier alles nach der Formel V. berechnet ist. Die Mittelzahl der 16 ersten Quotienten $F : \text{tang } w$ für den Magneten A wird hier $= 0{,}049142$; derselben für den Magneten B $= 0{,}040229$. Auch hier scheint die Formel V. den Winkel w etwas genauer zu geben; zumal in den geringeren Abständen, wo die Formel IV. ihn etwas zu klein giebt. Die große Gleichförmigkeit in den Quotienten $F : \text{tang } w$ und die vollkommene Uebereinstimmung zwischen den *a priori* berechneten und den durch Versuche gefundenen Winkeln w (die in geringern Abständen ausgenommen) scheinen demnach unwidersprechlich zu beweisen, dafs eine dieser Formeln wirklich das Gesetz für die magnetische Anziehungskraft ausdrückt, wobey die Wahrscheinlichkeit wieder für die Formel V. ist.

1. Zusatz. Ist $\text{tang } w = \frac{m}{M} . F$ für den Magneten B, und $\text{tang } w' = \frac{m'}{M} . F$ für den Magneten A (wo w und w' die Winkel bedeuten, um welche die Nadel vom Meridian abweicht, wenn der Abstand des Mittelpunktes beider Magneten vom Mittelpunkte der Nadel $= a$ war), so ist $\text{tang } w : \text{tang } w' = \frac{m}{M} . F : \frac{m'}{M} . F = m : m'$, oder $\frac{\text{tang } w}{\text{tang } w'} = \frac{m}{m'}$. Auf diese Weise kann man also das Verhältnifs zwischen den absoluten Kräften zweyer Magneten bestimmen, z. B. für $a = 6 . 6$ war $w = 5^\circ\ 6'$ (für B) und $w' = 4^\circ\ 9'$ (für A); also $\log. \frac{\text{tang } w}{\text{tang } w'} = 8.95060 - 8.86069 = 0{,}08991 = \log \frac{m}{m'}$; folglich $\frac{m}{m'}$

$= 1{,}25$, d. i. die Kraft des Magneten B verhält sich zur Kraft des Magneten A $= 1 : 1{,}23$. Genauer wird man dies Verhältnifs bestimmen können, wenn man die Winkel w und w' in mehreren Abständen a beobachtet, und eine Mittelzahl aus allen Verhältnifszahlen $\frac{m}{m'}$ nimmt. So fand man oben $\text{tang}\, w = F \times 18{,}674$ (für den Magneten B) und $\text{tang}\, w' = F \times 15{,}915$ (für den Magneten A); also $\frac{\text{tang}\, w}{\text{tang}\, w'} = \frac{18{,}674}{15{,}915} = 1{,}2241$, welches genauer ist.

2. Zusatz. An verschiedenen Orten der Erde ist die Magnetkraft M verschieden, ja vermuthlich gar an einer und derselben Stelle zu verschiedenen Zeiten verschieden. Hat man nun an einem gewissen Orte L, wo die Intensität des Erdmagnetismus $= M$ ist, den Abweichungswinkel w in dem Abstande a beobachtet; und man beobachtet darnach an einem andern Orte L', wo die magnetische Kraft $= M'$ ist, in dem nämlichen Abstande a den Abweichungswinkel der Nadel $= w'$ (mit dem nämlichen Magneten), so ist $M \,.\, \text{tang}\, w = m \,.\, F$ und $M' \,.\, \text{tang}\, w' = m \,.\, F$. Da aber der Abstand a und der Magnet an beiden Stellen die nämlichen sind, so ist $M \,.\, \text{tang}\, w = M' \,.\, \text{tang}\, w'$, d. h. $M : M' = \text{tang}\, w' : \text{tang}\, w$. Auf diese Weise kann man also das Verhältnifs zwischen den magnetischen Intensitäten M und M' zweyer Orte L und L' finden.

Um diese Veränderungen in der Magnetkraft der Erde in verschiedenen Breiten zu bestimmen, haben *Humboldt* und *Gay-Lussac**) sich einer horizontalen Magnetnadel bedient, welche sie in einer gewissen Anzahl Sekunden schwingen liefsen, und haben geschlossen, dafs die Magnetkraft mit dem Quadrate der Anzahl der Schwingungen proportionirt sey. Aber aufser, dafs eine Magnetnadel ihre Kraft leichter verliert, als ein künstlicher Magnet, der eine gröfsere Masse hat und dem man eine gröfsere Härtung geben kann, so hat diese Methode noch folgende Schwierigkeiten. Soll das Resultat genau seyn, so mufs man die Nadel viele Schwingungen machen, und sie also Anfangs in

*) Siehe Beobachtungen über die Stärke und Neigung der magnetischen Kräfte u. s. w. von Humboldt und Gay-Lussac. Ann. der Physik, Jahrg. 1808, St. 3.

grofsen Bogen schwingen lassen; aber dann sind die Schwingungen nicht isochronisch; der Widerstand der Luft und die Friction verzögern die Schwingungen; die Nadel schwingt nicht in einer Ebene, wie der Pendul, sondern ihre Endpunkte beschreiben Linien von doppelter Krümmung (*à double courbure*), und die Oscillation kann also nicht mit aller Strenge auf die Pendelschwingung zurückgeführt werden; endlich mufs man zu diesem Versuche auch eine Sekunden-Uhr bey der Hand haben. Zu der hier angeführten Methode hingegen wird nur ein gewöhnlicher Compafs und ein guter Magnet erfordert (auf die Stärke der Nadel kommt es bey dieser Methode nicht an nach §. 5), und da man den Versuch in mehreren verschiedenen Abständen vom Magneten vornehmen kann, so giebt die herausgekommene Mittelzahl ein sehr zuverlässiges Resultat.

§. 9. Problem. *Die Gröfse der Wirkung eines Linearmagneten auf einen magnetischen Punkt zu bestimmen, welcher sich in einer durch dessen Mittelpunkt gezogenen Perpendikulärlinie oder in seinem Aequator befindet.*

AB (Fig. 14) sey der Magnet, C dessen Mittelpunkt, DC senkrecht auf AB durch den Punkt C, D der magnetische Punkt. Da AD $=$ DB, so wirken die Punkte A und B mit gleicher Stärke auf D, wenn ihre absoluten Kräfte gleich grofs gesetzt werden. B zieht den Punkt D nach der Linie BD an, und A stöfst ihn nach der Direktion DH mit einer gleich grofsen Kraft ab, der Punkt D wird sich also (im ersten Augenblicke der Bewegung) in einer Linie DG bewegen, welche den Winkel HDB halbirt, also parallel mit dem Magneten AB (da $HDB = A + B = 2B$, also $\frac{1}{2}HDB$ oder $GDB = B$). Die Kraft, womit der Punkt B den Punkt D nach DG zu bewegen strebt, ist also gleich der ganzen Kraft nach DB, multiplicirt mit dem Cosinus des Winkels GDB.

Nun setze man $CB = CA = x$, $DC = a$, Winkel $BDC = s$; die absolute Kraft eines Punktes in der Axe, dessen Abstand von $C = 1$, sey $= m$, und die des Punktes $D = n$: so ist die absolute Kraft des Punktes $B = mx^r dx$ (nach §. 2), und also die Wirkung des Punktes B auf den Punkt D nach DB $= \frac{mnx^r dx}{DB^2}$ (nach §. 7), und die Wirkung nach $DG = \frac{mnx^r dx}{DB^2} \times \cos GDB$.

Aber $BD^2 = DC^2 + CB^2 = x^2 + a^2$, $\cos GDB = \sin BDC = \sin s$; also die Wirkung des Punktes B nach DG $= \frac{mnx^r dx \,.\, \sin s}{a^2 + x^2}$. Nun ist die Wirkung des Punktes A gerade eben so grofs; setzet man also die gesammte Wirkung aller Punkte in der Axe $= K'$, so hat man

$$K' = 2mn \,.\int \frac{x^r dx \,.\, \sin s}{a^2 + x^2}.$$

Die Linie DB ist $= DC \times \sec. BDC = a \,.\, \sec. s$; ferner ist $BC = x = a \,.\, \operatorname{tang} s$; folglich $dx = a \,.\, d \operatorname{tang} s$, folglich

$$K' = 2mn \int \frac{a^{r+1} (\operatorname{tang} s)^r \,.\, d \operatorname{tang} s \,.\, \sin s}{a^2 \,.\, \sec^2 s} = 2mn\, a^{r-1} \int \frac{(\operatorname{tang} s)^r \,.\, d \operatorname{tang} s \,.\, \sin s}{\sec^2 s}.$$

Aber da $d \operatorname{tang} s = ds \,.\, \sec^2 s$, so verwandelt sich dieser Ausdruck in folgenden:

$$2mn\, a^{r-1} \int (\operatorname{tang} s)^r \,.\, ds \,.\, \sin s = 2mn\, a^{r-1} \int \frac{(\sin s)^{r+1} \,.\, ds}{(\cos s)^r}$$

$$= 2mn\, a^{r-1} \int \frac{(\sin s)^{r+1} \,.\, d \sin s}{(\cos s)^{r+1}}.$$

Setzet man $\sin s = z$, also $(\cos s)^{r+1} = \sqrt{(1 - z^2)^{r+1}}$; so hat man

$$K' = 2mn\, a^{r-1} \,.\int \frac{z^{r+1} \,.\, dz}{\sqrt{(1 - z^2)^{r+1}}}.$$

Für $r = 1$ hat man dann $K' = 2mn \int \frac{z^2 \,.\, dz}{\sqrt{(1 - z^2)^2}} = 2mn \int \frac{z^2 dz}{1 - z^2}$.

Nun ist $\int \frac{z^2 dz}{1 - z^2} = - z + \frac{1}{2} \log \left(\frac{1 + z}{1 - z}\right) = - \sin s + \frac{1}{2} \log \left(\frac{1 + \sin s}{1 - \sin s}\right)$, also

$$(*)\ K' = mn \left\{ \log \left(\frac{1 + \sin s}{1 - \sin s}\right) - 2 \,.\, \sin s \right\} = mn \left\{ \log \operatorname{tang}^2 (45^\circ + \tfrac{1}{2} s) - 2 \sin s \right\}$$

$$= 2mn \left\{ \log. \operatorname{tang} (45^\circ + \tfrac{1}{2} s) - \sin s \right\}.$$

Für $r = 2$ ist $K' = 2mna \int \frac{z^3 dz}{\sqrt{(1 - z^2)^3}}$; aber $\int \frac{z^3 \,.\, dz}{\sqrt{(1 - z^2)^3}} = \sqrt{1 - z^2}$

$+ \frac{1}{\sqrt{1-z^2}} = \cos s + \frac{1}{\cos s} + C$, und folglich $K' = 2amn\left\{\cos s + \frac{1}{\cos s} + C\right\}$.
Setzt man BC $= x = 0$, so wird auch $K' = 0$, und der Winkel BDC $= s$ verschwindet, folglich $\cos s = 1$; also hat man $0 = 2amn\{1 + 1 + C\}$, d. i. $C = -2$, und

$$(\beta) \quad K' = 2amn\left\{\cos s + \frac{1}{\cos s} - 2\right\} = 2amn\{\cos s + \sec s - 2\}.$$

Für $r = 3$ ist $K' = 2mn\,a^2\int\frac{z^4dz}{\sqrt{(1-z^2)^4}} = 2a^2mn\int\frac{z^4dz}{(1-z^2)^2}$; Aber $\int\frac{z^4dz}{(1-z^2)^2} = \frac{-z^3}{1-z^2} + \frac{3z}{1-z^2} - \frac{3z}{2(1-z^2)} - \frac{3}{4}\log\left(\frac{1+z}{1-z}\right)$, also $K' = 2a^2mn\left\{\frac{3z}{2(1-z^2)} - \frac{z^3}{1-z^2} - \frac{3}{4}\log\left(\frac{1+z}{1-z}\right)\right\}$, und wenn man die Werthe für z einsetzt, erhält man nach einigen Reductionen

$$(\gamma) \quad K' = mn\,a^2\left\{2\sin s + \frac{\sin s}{\cos^2 s} - 3\log\tang(45^\circ + \tfrac{1}{2}s)\right\}.$$

§. 10. Um den Gebrauch der Formeln IV., V. und VI. in §. 4, (welche wir künftig mit a, b und c bezeichnen wollen), wie auch der Formeln α, β und γ in §. 7 zu erleichtern, wollen wir sie in unendlichen Reihen ausdrücken, wovon ein Paar Glieder in grofsen Abständen eine hinlängliche Genauigkeit geben.

Nun ist in der *verlängerten Magnetaxe* nach §. 7 (pag. 136) die Kraft $K = mn\left\{\int\frac{x^r dx}{(a-x)^2} - \int\frac{x^r dx}{(a+x)^2}\right\} = mn\int x^r dx\{(a-x)^{-2} - (a+x)^{-2}\}$.

Aber

$$(a-x)^{-2} = \frac{1}{a^2} + \frac{2x}{a^3} + \frac{3x^2}{a^4} + \frac{4x^3}{a^5} + \frac{5x^4}{a^6} + \frac{6x^5}{a^7} + \frac{7x^6}{a^8} + \frac{8x^7}{a^9} + \ldots$$

$$(a+x)^{-2} = \frac{1}{a^2} - \frac{2x}{a^3} + \frac{3x^2}{a^4} - \frac{4x^3}{a^5} + \frac{5x^4}{a^6} - \frac{6x^5}{a^7} + \frac{7x^6}{a^8} - \frac{8x^7}{a^9} + \ldots$$

$$(a-x)^{-2} - (a+x)^{-2} = 2\left\{\frac{2x}{a^3} + \frac{4x^3}{a^5} + \frac{6x^5}{a^7} + \frac{8x^7}{a^9} + \frac{10x^9}{a^{11}} + \frac{12x^{11}}{a^{13}} + \ldots\right\}$$

$$= 4\left\{\frac{x}{a^3} + \frac{2x^3}{a^5} + \frac{3x^5}{a^7} + \frac{4x^7}{a^9} + \frac{5x^9}{a^{11}} + \frac{6x^{11}}{a^{13}} + \ldots\right\}$$

Multiplicirt man diese Reihe durch $mnx^r dx$, und nimmt das Integrale, so erhält man:

$$(\mathfrak{A})\quad K = 4mn\left\{\frac{1}{r+2}\cdot\frac{x^{r+2}}{a^3}+\frac{2}{r+4}\cdot\frac{x^{r+4}}{a^5}+\frac{3}{r+6}\cdot\frac{x^{r+6}}{a^7}+\ldots\right\}$$

In der *Perpendikulärlinie durch den Mittelpunkt* oder in dem *magnetischen Aequator* ist (nach §. 9) $K' = 2mn.\int\frac{x^r.dx.\sin s}{a^2+x^2}$; aber $\sin s = \frac{\text{BC}}{\text{BD}}$ $= \frac{x}{\sqrt{a^2+x^2}}$; also ist

$$K' = 2mn.\int\frac{x^{r+1}.dx}{(a^2+x^2)^{\frac{3}{2}}}.$$

Nun ist

$$(a^2+x^2)^{-\frac{3}{2}} = \frac{1}{a^3}-\frac{3}{1.2^1}\cdot\frac{x^2}{a^5}+\frac{3.5}{1.2.2^2}\cdot\frac{x^4}{a^7}-\frac{3.5.7}{1.2.3.2^3}\cdot\frac{x^6}{a^9}+\ldots$$

also

$$\frac{x^{r+1}dx}{(a^2+x^2)^{\frac{3}{2}}} = dx\left\{\frac{x^{r+1}}{a^3}-\frac{3}{1.2^1}\cdot\frac{x^{r+3}}{a^5}+\frac{3.5}{1.2.2^2}\cdot\frac{x^{r+5}}{a^7}-\frac{3.5.7}{1.2.3.2^3}\cdot\frac{x^{r+7}}{a^9}+\ldots\right\};$$

das Integral dieser Reihe, mit $2mn$ multiplicirt, ist also

$$(\mathfrak{B})\quad K' = 2mn\left\{\frac{1}{r+2}\cdot\frac{x^{r+2}}{a^3}-\frac{1.3}{1.2^1(r+4)}\cdot\frac{x^{r+4}}{a^5}+\frac{1.3.5}{1.2.2^2(r+6)}\cdot\frac{x^{r+6}}{a^7}-\ldots\right\}$$

Diese zwey Reihen ($\mathfrak{A}$) und ($\mathfrak{B}$) drücken ganz allgemein die magnetische Wirkung in der verlängerten Axe und im magnetischen Aequator aus, wenn die Intensitäten der Punkte in der Magnetaxe sich verhalten, wie die $r$ten Potenzen der Entfernungen vom Mittelpunkte. Weil der Werth von r das einzige noch zweifelhafte Gesetz der magnetischen Wirkungen ist, so müssen alle die Folgerungen, welche man aus diesen allgemeinen Reihen ableiten kann, für alle Werthe von r gelten, und also wahr seyn. Man sieht, daſs, wenn der Abstand a in Vergleich mit x (der Halbaxe des Magneten) sehr groſs ist, alle übrigen Glieder dieser Reihen gegen das erste verschwinden. In der Reihe ($\mathfrak{A}$) erhält man dann $K = \frac{4mn}{r+2}\cdot\frac{x^{r+2}}{a^3}$, und in ($\mathfrak{B}$) $K' = \frac{2mn}{r+2}\cdot\frac{x^{r+2}}{a^3}$.

Hieraus folgt 1) *daſs, wenn die Entfernung a vom Mittelpunkte des Magneten*

dieselbe ist, die Kraft K unter dem Pols doppelt so grofs ist, als die Kraft K' unter dem magnetischen Aequator. 2) dafs die Wirkung eines Magneten auf einen Punkt in der verlängerten Axe, wie im magnetischen Aequator, sich umgekehrt verhält, wie die dritten Potenzen der Entfernungen a.

Setzet man nun $r = 1$, $r = 2$, $r = 3$ in den obigen Reihen, so erhält man folgende 6 Reihen für K und K', wozu ich noch die gleichgültigen Formeln IV., V. und VI. aus §. 4 und α. β. γ aus §. 7 gefügt habe.

$r = 1.$

$$(a)\quad K = mn\left\{\frac{2ax}{a^2 - x^2} - \log\left(\frac{a+x}{a-x}\right)\right\}$$

$$= 4mn\left\{\frac{1}{3}\cdot\frac{x^3}{a^3} + \frac{2}{5}\cdot\frac{x^5}{a^5} + \frac{3}{7}\cdot\frac{x^7}{a^7} + \frac{4}{9}\cdot\frac{x^9}{a^9} + \right\}$$

$$(\alpha)\quad K' = 2mn\left\{\log.\,\text{tang}\,(45^0 + \tfrac{1}{2}s) - \sin s\right\}$$

$$= 2mn\left\{\frac{1}{3}\cdot\frac{x^3}{a^3} - \frac{1\cdot3}{1\cdot2^1\cdot5}\cdot\frac{x^5}{a^5} + \frac{1\cdot3\cdot5}{1\cdot2\cdot2^2\cdot7}\cdot\frac{x^7}{a^7} - \frac{1\cdot3\cdot5\cdot7}{1\cdot2\cdot3\cdot2^3\cdot9}\cdot\frac{x^9}{a^9} + \right\}$$

$r = 2.$

$$(b)\quad K = mn\left\{\frac{2ax^2}{a^2 - x^2} - 2a\,.\log\left(\frac{a^2}{a^2 - x^2}\right)\right\}$$

$$= 4mn\left\{\frac{1}{4}\cdot\frac{x^4}{a^3} + \frac{2}{6}\cdot\frac{x^6}{a^5} + \frac{3}{8}\cdot\frac{x^8}{a^7} + \frac{4}{10}\cdot\frac{x^{10}}{a^9} + \right\}$$

$$(\beta)\quad K' = 2amn\left\{\cos s + \sec.\, s - 2\right\}$$

$$= 2mn\left\{\frac{1}{4}\cdot\frac{x^4}{a^3} - \frac{1\cdot3}{1\cdot2^1\cdot6}\cdot\frac{x^6}{a^5} + \frac{1\cdot3\cdot5}{1\cdot2\cdot2^2\cdot8}\cdot\frac{x^8}{a^7} - \frac{1\cdot3\cdot5\cdot7}{1\cdot2\cdot3\cdot2^3\cdot10}\cdot\frac{x^{10}}{a^9} + \right\}$$

$r = 3.$

$$(c)\quad K = mn\left\{4ax + \frac{2a^3x}{a^2 - x^2} - 3a^2\log\left(\frac{a+x}{a-x}\right)\right\}$$

$$= 4mn\left\{\frac{1}{5}\cdot\frac{x^5}{a^3} + \frac{2}{7}\cdot\frac{x^7}{a^5} + \frac{3}{9}\cdot\frac{x^9}{a^7} + \frac{4}{11}\cdot\frac{x^{11}}{a^9} + \right\}$$

$$(\gamma)\quad K' = mna^2\left\{2\sin s + \frac{\sin s}{\cos^2 s} - 3\log.\,\text{tang}\,(45^0 + \tfrac{1}{2}s)\right\}$$

$$= 2mn\left\{\frac{1}{5}\cdot\frac{x^5}{a^3} - \frac{1\cdot3}{1\cdot2^1\cdot7}\cdot\frac{x^7}{a^5} + \frac{1\cdot3\cdot5}{1\cdot2\cdot2^2\cdot9}\cdot\frac{x^9}{a^7} - \frac{1\cdot3\cdot5\cdot7}{1\cdot2\cdot3\cdot2^3\cdot11}\cdot\frac{x^{11}}{a^9} + \right\}$$

Zusatz. In *Gehlers* physik. Wörterbuche wird unter dem Artikel *Magnet* erzählt, daſs P. P. *Jacquier* und *Le Sueur* die Gröſse der Anziehung zwischen einem Magneten und einer Magnetnadel untersuchten, und *zu finden glaubten, daſs sie sich umgekehrt wie die Cubi der Entfernungen verhielte*, welches die Versuche Mehrerer bestätigt zu haben scheinen. Man sieht hier die Theorie dieses für groſse Entfernungen bekräftigen. Soll sich nun die Anziehungskraft umgekehrt wie die Cubi der Entfernungen verhalten, so müssen die mit der Anziehungskraft proportionirten Tangenten der Winkel w (in den Versuchen 1 — 2) sich ebenfalls umgekehrt wie die Cubi der Entfernungen verhalten, welches auch der Fall ist. Im ersten Versuche sind z. B. in den Entfernungen 11, 10 und 9 die Winkel $w = 1^\circ\ 6'$, $1^\circ\ 24'$, $2^\circ\ 0'$; aber $\tang 1^\circ 6' : \tang 1^\circ 24' : \tang 2^\circ 0' = 0{,}01920 : 0{,}02444 : 0{,}03492 = 1 : 1{,}2728 : 1{,}8187$. Aber $9^3 : 10^3 : 11^3 = 729 : 1000 : 1331 = 1 : 1{,}3718 : 1{,}8259$, ungefähr wie die drey zugehörigen Tangenten von w.

§. 11. Was den Gebrauch der Formeln und Reihen in §. 10 betrifft, so sieht man, daſs die letzten nur bey groſsen Entfernungen bequem sind; in kleinen Abständen bedient man sich leichter der Formeln.

1 Ex. Die magnetische Wirkung in der verlängerten Axe und in der auf derselben errichteten Perpendikulärlinie durch den Mittelpunkt, für den Abstand $a = 2x$ nach den Formeln b und β zu berechnen.

In der Formel b ist $K = mn\left\{\frac{2ax^2}{a^2 - x^2} - 2a\log\left(\frac{a^2}{a^2 - x^2}\right)\right\}$; setzet man $x = 1$, $a = 2$, so ist $\frac{a^2}{a^2 - x^2} = \frac{4}{3}$; $\frac{2ax^2}{a^2 - x^2} = \frac{4}{3}$.

$$
\begin{array}{rl}
\text{Nun ist log. nat. } 4 = & 1.3862944 \\
\text{log. nat. } 3 = & 1.0986123 \\
\hline
\text{Also log. nat.}\left(\frac{a^2}{a^2 - x^2}\right) = & 0.2876821 \\
\text{multipl. mit } 2a = \text{- - -} & 4 \\
\hline
& -\ 1.1507284 \\
\frac{2ax^2}{a^2 - x^2} = \frac{4}{3} = & +\ 1.3333333 \\
\hline
\text{Also ist } K = mn \times & 0\ 1826049
\end{array}
$$

In der Formel β ist $K' = 2amn\,(\cos s + \sec s - 2)$. Setzet man $x = 1$, $a = 2$, so findet sich $s = 26^\circ\ 33'\ 54'',2$.

Nun ist $\cos s = 0.8944272$
$\sec s = 1.1180339$
$+\ 2.0124611$
$-\ 2.$
0.0124611
Multipl. durch $2a = 4$
Also $K' = mn \times 0.0498444$

2 Ex. Die nämliche Wirkung K und K' für den Abstand $a = 10x$ nach den Reihen b und β zu berechnen.

In der Reihe b hat man $K = mn\left\{\frac{x^4}{a^3} + \frac{4x^6}{5a^5} + \frac{5x^8}{2a^7} +\right\}$; setzet man $x = 1$ und $a = 10$, so erhält man

$$K = mn\,(\tfrac{1}{1000} + \tfrac{4}{300000} + \tfrac{3}{20000000}) = mn\,(0{,}001 + 0{,}00001333 + 0{,}00000015) = mn \times 0{,}00101348.$$

In der Reihe β hat man $K' = mn\left\{\frac{x^4}{2a^3} - \frac{x^6}{2a^5} + \frac{15x^8}{32a^7} -\right\}$; setzet man auch hier $x = 1$, $a = 10$, so erhält man

$$K' = mn\,(\tfrac{1}{2000} - \tfrac{1}{200000} + \tfrac{15}{320000000}) = mn\,(0{,}0005 - 0{,}000005 + 0{,}00000005) = mn \times 0{,}00049505.$$

Auf diese Weise sind die Zahlen in der folgenden Tabelle berechnet.

Abstand	Intensität in der verl. Axe.			Intensit. im magn. Aequat.		
a.	*a.*	*b.*	*c.*	*α.*	*β.*	*γ.*
1	unendl.	unendl.	unendl.	0,3485340	0,2426408	0,1804166
2	0,2347211	0,1826049	0,1499858	0,0679961	0,0498444	0,0390232
3	0,0568528	0,0433018	0,0350261	0,0224448	0,0166530	0,0132417
4	0,0225076	0,0170252	0,0137034	0,0098625	0,0073557	0,0058627
5	0,0112017	0,0084467	0,0067836	0,0051477	0,0038464	0,0030635
6	0,0063849	0,0048048	0,0038555	0,0030110	0,0022523	0,0017986
7	0,0039846	0,0029966	0,0024030	0.0019047	0,0014236	0,0011413
8	0,0026541	0,0019920	0,0015980	0,0012840	0,0009616	0,0007683
9	0,0018564	0,0013946	0,0011170	0,0009057	0,0006784	0,0005423
10	0,0013495	0,0010134	0,0008057	0,0006607	0,0004950	0,0003986
11	0,0010118	0,0007597	0,0006082	0,0005009	0,0003756	0,0003005
12	0,0007780	0,0005841	0,0004676	0,0003858	0,0002894	0,0002310

§. 12. Um auszumitteln, ob die magnetische Intensität im Aequator des Magneten mit den nach den Formeln und Reihen α, β und γ berechneten Zahlen übereinstimme, ward folgender Versuch angestellt.

Fünfter Versuch.

Der Compaſs ward auf das Lineal gesetzt, wie im ersten und zweyten Versuche, aber das Lineal ward so gedreht, daſs die Magnetnadel die Linie *er* (Fig. 12) durch des Lineales Mitte deckte, so daſs also das Lineal nun in dem magnetischen Meridiane lag (in den vorhergehenden Versuchen machte es einen rechten Winkel mit demselben). Ist die Linie MN (Fig. 15) der magnetische Meridian, oder die Linie *er* des Lineales, so ruhete die Magnetnadel *op*, bevor der Magnet auf das Lineal gelegt ward, in der Linie MN. Nun ward der Magnet OP mit seinem Mittelpunkte C auf die Linie MN gelegt, so daſs er damit rechte Winkel bildete, und nun wich die Nadel von der Linie MN ab, und bildete damit einen Winkel oMN $= w$. In jedem Abstande ward der Magnet erst mit dem Nordpole auf die eine, dann auf die andere Seite der Linie MN gelegt, und von den Winkeln w, um welche die Magnetnadel in diesen beiden entgegengesetzten Stellungen des Magneten von dem Meridian abwich, eine Mittelzahl genommen, welche in der folgenden Tabelle enthalten ist. Es ist leicht einzusehen, daſs, wenn der Magnet OP allein auf die Nadel gewirkt hätte, sie in der Linie *ef*, welche senkrecht auf MN, und also parallel mit dem Magneten OP ist, geruhet haben würde. Aber der Magnetismus der Erde wirkte auf die Nadel nach der Direktion MN mit einer Kraft $= M.n.\sin oMN = M.n.\sin w$; der Magnet OP dagegen trieb sie gegen die Linie *ef* mit einer Kraft $= m.n.F'.\sin eMo = m.n.F'.\cos w$ (wenn m und n die Kraft des Magneten und der Nadel bedeuten, und F' die Funktion, wodurch mn multiplicirt werden muſs, um die Anziehung K' im magnetischen Aequator zu geben); und da die Nadel zwischen beiden Direktionen in Ruhe war, so ist $M.n.\sin w = m.n.F'.\cos w$, oder $M \tang w = m.F'$, und $\frac{M}{m} = \frac{F'}{\tang w}$. Folgende Tabelle, welche eben so eingerichtet ist, wie die Tabelle in §. 8 (nur daſs hier nur der Magnet B gebraucht, hingegen der

Werth von F' sowohl für $r = 1$, als $r = 2$ und $r = 3$ nach den Formeln α, β und γ berechnet ist) enthält eine ähnliche Vergleichung zwischen F' und den Tangenten von w.

Abstand a.	Winkel w.	Logarithm. vulgar. F'.			$\frac{M}{m} = \frac{F'}{\text{tang } w}$		
		α.	β.	γ.	α.	β.	γ.
10	0° 42′	0,82000 - 4	0,69450 - 4	0,60054 - 4	0,054076	0,040505	0,032624
9	0 59	0,95698 - 4	0,83149 - 4	0,73424 - 4	0,052767	0,039525	0,031525
8	1 17½	0,10857 - 3	0,98299 - 4	0,88553 - 4	0,059357	0,044452	0,035517
7	2 5	0,27983 - 3	0,15491 - 3	0,05740 - 3	0,052361	0,039272	0,031374
6	3 12½	0,47871 - 3	0,35263 - 3	0,25495 - 3	0,053716	0,040181	0,032086
5	5 35	0,71161 - 3	0,58505 - 3	0,48622 - 3	0,052658	0,039346	0,031338
4	10 44	0,99399 - 3	0,86662 - 3	0,76810 - 3	0,052031	0,038806	0,030930
3	23 30	0,35111 - 2	0,22149 - 2	0,12194 - 2	0,051619	0,038300	0,030454
2	47 48	0,83248 - 2	0,69762 - 2	0,59152 - 2	0,061654	0,045196	0,035584
1	70 54	0,54224 - 1	0,38496 - 1	0,25628 - 1	0,120690	0,084022	0,062476

Man ersieht aus dieser Tabelle, daſs die Funktion F', dividirt mit der Tangente von w, einen beständigen Quotienten giebt, eben so, wie bey der vorigen Vergleichung in §. 8 (ausgenommen in dem Abstande 8, wo der Winkel $w = 1° 17\frac{1}{2}'$ zu klein seyn muſs, und in den beiden letzten, wo der Abstand a zu geringe, und der Magnet zu nahe bey der Nadel ist). So sieht man auch, daſs im Mittel (wenn $r = 1$) $\frac{M}{m} = 0{,}053\text{---}$, und (wenn $r = 2$) $\frac{M}{m} = 0{,}040\text{---}$, wie in §. 8 für den Magneten B, gefunden wird; aber es ist bey diesem Versuch eben so wenig möglich zu bestimmen, welche der Formeln die rechte ist. Wir werden also genöthigt, Versuche einer andern Art zu Rathe zu ziehen, wie in den folgenden §§. geschehen wird.

§. 13. Problem. *Wenn zwey lineäre Magneten eine solche Lage haben, daſs ihre Axen in einer und derselben geraden Linie liegen, ihre Anziehungs- oder Abstoſsungs-Kraft gegen einander zu bestimmen.*

AB und *ab* (Fig. 16) seyen Magneten, deren Axen in der geraden Linie

Ab liegen; C und c seyen ihre Mittelpunkte, A und b, sowie B und a die freundschaftlichen Pole. Die Entfernung der Mittelpunkte Cc sey $= a$, die absolute Kraft des Magneten AB (des Punktes in der Axe, dessen Abstand vom Mittelpunkte $= 1$ ist) sey $= m$, des Magneten $ab = n$.

Setzet man nun CE $= x$, $ce = y$, so wird die absolute Kraft des Punktes E $= mx^r dx$, des Punktes $e = ny^r dy$; aber die Wirkung dieser beiden Punkte auf einander ist das Produkt ihrer absoluten Kräfte, dividirt mit dem Quadrate ihrer Entfernung (§. 1, 2 und 7); also $= \frac{mnx^r y^r dx\,dy}{Ee^2}$. Nun ist

Ee $=$ Cc $-$ ce $-$ CE $= a - y - x$, also wird dieses Produkt $= \frac{mnx^r . y^r . dx . dy}{(a - x - y)^2}$.

Setzet man nun die ganze vereinte Kraft aller Punkte der Halbaxe CB auf allen Punkten der Halbaxe $ac = v$, so hat man

$$d^2 v = \frac{mnx^r y^r dx\,dy}{(a - x - y)^2}.$$

Auf gleiche Weise findet man die Wirkung des Punktes E auf einen Punkt f in der andern Halbaxe von $ab = \frac{mnx^r y^r dx\,dy}{Ef^2}$; aber Ef $=$ Cc $-$ CE $+ cf = a - x + y$. Wird nun die Wirkung aller Punkte in der Halbaxe CB auf alle Punkte in der Halbaxe $cb = v'$ genannt, so hat man

$$d^2 v' = \frac{mnx^r y^r dx\,dy}{(a - x + y)^2}.$$

Ferner findet sich die Wirkung des Punktes F auf den Punkt e $= \frac{mnx^r y^r dx\,dy}{Fe^2}$; und wenn die ganze Wirkung der Halbaxen AC und ac auf einander $= v''$ gesetzt wird, so ist

$$d^2 v'' = \frac{mnx^r y^r dx\,dy}{(a + x - y)^2}.$$

Setzet man endlich die ganze Wirkung der Halbaxen Ac und bc auf einander $= v'''$, so ist

$$d^2 v''' = \frac{mnx^r y^r dx\,dy}{Ff^2} = \frac{mx^r y^r dx\,dy}{(a + x + y)^2}.$$

Um bey der Differenzialgleichung zwey veränderliche Gröfsen zu vermeiden, setze man $y = bx$ (wo b den Verhältnifsexponenten $\frac{ac}{CB} = \frac{y}{x}$ bedeutet), so wird $dy = bdx$, $y^r = b^r x^r$; also

$$d^2v = \frac{mnb^{r+1}x^{2r}dx^2}{[a-(1+b)x]^2} = \frac{mnb^{r+1}x^{2r}dx^2}{(a-cx)^2},$$

wenn man $1 + b = c$ setzet. Ferner hat man, wenn $1 - b = e$:

$$d^2v' = \frac{mnb^{r+1}x^{2r}dx^2}{[a-(1-b)x]^2} = \frac{mnb^{r+1}x^{2r}dx^2}{(a-ex)^2},$$

$$d^2v'' = \frac{mnb^{r+1}x^{2r}dx^2}{[a+(1-b)x]^2} = \frac{mnb^{r+1}x^{2r}dx^2}{(a+ex)^2},$$

$$d^2v''' = \frac{mnb^{r+1}x^{2r}dx^2}{[a+(1+b)x]^2} = \frac{mnb^{r+1}x^{2r}dx^2}{(a+cx)^2}.$$

Man sieht leichtlich ein, dafs, wenn B und a freundschaftliche Pole, A und b gleichfalls befreundet sind, B und b, a und A hingegen feindlich; in diesem Falle wird v und v''' eine anziehende, v' und v'' hingegen eine abstofsende Kraft. Wird also die vereinte Wirkung aller 4 Halbaxen $= \mathfrak{K}$ gesetzt, so ist

$$\mathfrak{K} = v + v''' - v' - v''$$

$$= mnb^{r+1}\left\{\iint\frac{x^{2r}dx^2}{(a-cx)^2} + \iint\frac{x^{2r}dx^2}{(a+cx)^2} - \iint\frac{x^{2r}dx^2}{(a-ex)^2} - \iint\frac{x^{2r}dx^2}{(a+ex)^2}\right\}$$

Nun ist

$$\int\frac{x^{2r}dx^2}{(a\pm cx)^2} = \pm\frac{dx}{c^{2r+1}}\left\{\frac{(a\pm cx)^{2r-1}}{2r-1} - \frac{2r \cdot a}{1}\cdot\frac{(a\pm cx)^{2r-2}}{2r-2} + \frac{2r(2r-1)a^2}{1 \cdot 2}\cdot\frac{(a\pm cx)^{2r-3}}{2r-3}\right.$$
$$\left. - \frac{2r(2r-1)(2r-2)a^3}{1 \cdot 2 \cdot 3}\cdot\frac{(a\pm cx)^{2r-4}}{2r-4} + \cdot\cdot\right\} + C.$$

1) Setzet man nun $r = 1$, so hat man

$$\int\frac{x^2dx^2}{(a-cx)^2} = -\frac{dx}{c^3}\left\{a - cx - 2a\log(a-cx) - \frac{a^2}{a-cx}\right\} + C,$$

$$\text{wo } C = \frac{-2a \cdot \log a \cdot dx}{c^3};$$

also

$$dv = -\frac{mnb^2}{c^3}\left\{a - cx - 2a\log(a-cx) - \frac{a^2}{a-cx} + 2a\log a\right\}dx$$

$$= \frac{mnb^2}{c^3}\left\{cx + 2a\log(a-cx) + \frac{a^2}{a-cx} - a - 2a\log a\right\}dx.$$

Das Integral hiervon wird $= v$; also

$$v = \frac{mnb^2}{c^3}\left\{\frac{cx^2}{2} - \frac{2a}{c}(a-cx)[\log(a-cx)-1] - \frac{a^2}{c}\log(a-cx) - ax - 2ax\log a\right\} + C',$$

wo $C' = \frac{b^2}{c^3}\left\{\frac{3a^2}{c}\log a - \frac{2a^2}{c}\right\}$ gefunden wird; und nach einigen Reductionen findet man

$$v = \frac{mnb^2}{c^3}\left\{\frac{cx^2}{2} - 3ax + \left(2ax - \frac{3a^2}{c}\right)\log\left(\frac{a-cx}{a}\right)\right\}$$

Auf gleiche Weise findet man

$$v' = \frac{mnb^2}{e^3}\left\{\frac{ex^2}{2} - 3ax + \left(2ax - \frac{3a^2}{e}\right)\log\left(\frac{a-ex}{a}\right)\right\},$$

$$v'' = \frac{mnb^2}{e^3}\left\{\frac{ex^2}{2} + 3ax + \left(2ax + \frac{3a^2}{e}\right)\log\left(\frac{a}{a+ex}\right)\right\},$$

$$v''' = \frac{mnb^2}{c^3}\left\{\frac{cx^2}{2} + 3ax + \left(2ax + \frac{3a^2}{c}\right)\log\left(\frac{a}{a+cx}\right)\right\}.$$

Nun ist $\mathfrak{K} = v + v''' - v' - v''$

$$\text{(A)} \quad = \frac{mnb^2}{c^3}\left\{cx^2 - 2ax\log\left(\frac{a+cx}{a-cx}\right) + \frac{3a^2}{c}\log\left(\frac{a^2}{a^2-c^2x^2}\right)\right\}$$

$$- \frac{mnb^2}{e^3}\left\{ex^2 - 2ax\log\left(\frac{a+ex}{a-ex}\right) + \frac{3a^2}{e}\log\left(\frac{a^2}{a^2-e^2x^2}\right)\right\}$$

$$= \frac{mnb^2}{(1+b)^3}\left\{(1+b)x^2 - 2ax\log\left(\frac{a+(1+b)x}{a-(1+b)x}\right) + \frac{3a^2}{1+b}\log\left(\frac{a^2}{a^2-(1+b)^2x^2}\right)\right\}$$

$$- \frac{mnb^2}{(1-b)^3}\left\{(1-b)x^2 - 2ax\log\left(\frac{a+(1-b)x}{a-(1-b)x}\right) + \frac{3a^2}{1-b}\log\left(\frac{a^2}{a^2-(1-b)^2x^2}\right)\right\}.$$

Sind beide Magneten von gleicher Größe, so wird $b = 1$, und also $c = 1 + b = 2$, $e = 1 - b = 0$; aber dann wird $\frac{mnb^2}{e^3} = \frac{mnb^2}{0} = \infty$;

die Formel kann also in diesem Falle nicht gebraucht werden; aber setzt man diese Werthe in die Differentialformeln, so erhält man $d^2v' = d^2v'' = \frac{mnx^2dx^2}{a^2}$;

also $v' = v'' = \frac{mnx^4}{12a^2}$, und $v' + v'' = \frac{mnx^4}{6a^2}$. Also ist

$$(A') \quad \mathfrak{K} = \frac{mn}{8}\left\{2x^2 + \frac{5a^2}{2}\log\left(\frac{a^2}{a^2-4x^2}\right) - 2ax\log\left(\frac{a+2x}{a-2x}\right) - \frac{4x^4}{3a^2}\right\}$$

$$= mn\left\{\frac{x^2}{4} + \frac{5a^2}{16}\log\left(\frac{a^2}{a^2-4x^2}\right) - \frac{ax}{4}\log\left(\frac{a+2x}{a-2x}\right) - \frac{x^4}{6a^2}\right\}.$$

2) Setzet man $r = 2$, so wird

$$dv = -\frac{mnb^3}{c^5}\left\{\frac{(a-cx)^3}{3} - 2a(a-cx)^2 + 6a^2(a-cx) - 4a^3\log(a-cx) + \frac{a^4}{a-cx}\right\}dx + C.$$

Für $x = 0$ findet man $C = \frac{mnb^3}{c^5}\left\{\frac{10a^3}{3} - 4a^3\log a\right\}dx$; also

$$dv = \frac{mnb^3dx}{c^5}\left\{\frac{-(a-cx)^3}{3} + 2a(a-cx)^2 - 6a^2(a-cx) + 4a^3\log(a-cx) - \frac{a^4}{a-cx} + \frac{10a^3}{3} - 4a^3\log a\right\}.$$

Integrirt man diesen Ausdruck, so erhält man die Kraft v. Nun ist

$$-\tfrac{1}{3}\int(a-cx)^3dx = -\tfrac{1}{3}a^3x + \tfrac{1}{2}a^2cx^2 - \tfrac{1}{3}ac^2x^3 + \tfrac{1}{12}c^3x^4$$

$\int(a-cx)^2dx = a^2x - acx^2 + \frac{1}{3}c^2x^3$, und $\int(a-cx)dx = ax - \frac{1}{2}cx^2$

$\int\log(a-cx)dx = -\frac{1}{c}(a-cx)[\log(a-cx)-1]$, und $\int\frac{dx}{a-cx} = -\log\left(\frac{a-cx}{c}\right)$;

also wird

$$v = \frac{mnb^3}{c^5}\left\{\frac{4a^4}{c} - \left(\frac{5a^4}{c} - 4a^3x\right)\log(a-cx) - 4a^3x\log a - 5a^3x + \tfrac{1}{2}a^2cx^2 + \tfrac{1}{3}ac^2x^3 + \tfrac{1}{12}c^3x^4\right\} + C',$$

wo $C' = \frac{mnb^3}{c^5}\left\{\frac{5a^4}{c}\log a - \frac{4a^4}{c}\right\}$; folglich

$$v = \frac{mnb^3}{c^5}\left\{\tfrac{1}{12}c^3x^4 + \tfrac{1}{3}ac^2x^3 + \tfrac{1}{2}a^2cx^2 - 5a^3x + \left(\frac{5a^4}{c} - 4a^3x\right)\log\left(\frac{a}{a-cx}\right)\right\}.$$

Auf gleiche Weise findet man

$$v' = \frac{mnb^3}{e^5}\left\{\tfrac{1}{12}e^3x^4 + \tfrac{1}{3}ae^2x^3 + \tfrac{1}{2}a^2ex^2 - 5a^3x + \left(\frac{5a^4}{e} - 4a^3x\right)\log\left(\frac{a}{a-ex}\right)\right\}$$

$$v'' = \frac{mnb^3}{e^5}\left\{\tfrac{1}{12}e^3x^4 - \tfrac{1}{3}ae^2x^3 + \tfrac{1}{2}a^2ex^2 + 5a^3x + \left(\frac{5a^4}{e} - 4a^3x\right)\log\left(\frac{a}{a+ex}\right)\right\}$$

$$v''' = \frac{mnb^3}{c^5}\left\{\tfrac{1}{12}c^3x^4 - \tfrac{1}{3}ac^2x^3 + \tfrac{1}{2}a^2cx^2 + 5a^3x + \left(\frac{5a^4}{c} + 4a^3x\right)\log\left(\frac{a}{a+cx}\right)\right\}.$$

Da nun $\mathfrak{K} = v + v''' - v' - v''$, so hat man

$$\text{(B)}\quad \mathfrak{K} = \frac{mnb^3}{c^5}\left\{\tfrac{1}{6}c^3x^4 + 3a^2cx^2 + \frac{5a^4}{c}\log\left(\frac{a^2}{a^2-c^2x^2}\right) - 4a^3x\log\left(\frac{a+cx}{a-cx}\right)\right\}$$
$$- \frac{mnb^3}{e^5}\left\{\tfrac{1}{6}e^3x^4 + 3a^2ex^2 + \frac{5a^4}{e}\log\left(\frac{a^2}{a^2-e^2x^2}\right) - 4a^3x\log\left(\frac{a+ex}{a-ex}\right)\right\}.$$

Setzet man beide Axen von gleicher Größe, so wird $b = 1$, $c = 1 + b = 2$, $e = 1 - b = 0$, und man findet $d^2v' = d^2v'' = \frac{mnx^4dx^2}{a^2}$, also $v' = v'' = \frac{mnx^6}{30a^2}$ und $v' + v'' = \frac{mnx^6}{15a^2}$, folglich

$$\text{(B}')\quad \mathfrak{K} = mn\left\{\tfrac{1}{16}a^2x^2 + \tfrac{1}{24}x^4 - \tfrac{1}{15}\frac{x^6}{a^2} + \frac{5a^4}{64}\log\left(\frac{a^2}{a^2-4x^2}\right) - \frac{a^3x}{8}\log\left(\frac{a+2x}{a-2x}\right)\right\}.$$

§. 14. Ehe wir weiter gehen, wollen wir die beiden im vorhergehenden §. gefundenen Formeln durch unendliche Reihen ausdrücken.

In §. 13 fand man

$$\mathfrak{K} = mnb^{r+1} \times \int\int x^{2r}dx^2\{(a-cx)^{-2} + (a+cx)^{-2} - (a-ex)^{-2} - (a+ex)^{-2}\}.$$

Nun ist

$$(a-cx)^{-2} = \frac{1}{a^2} + 2.\frac{cx}{a^3} + 3.\frac{c^2x^2}{a^4} + 4.\frac{c^3x^3}{a^5} + 5.\frac{c^4x^4}{a^6} + $$

$$(a+cx)^{-2} = \frac{1}{a^2} - 2.\frac{cx}{a^3} + 3.\frac{c^2x^2}{a^4} - 4.\frac{c^3x^3}{a^5} + 5.\frac{c^4x^4}{a^6} + $$

$$(a-cx)^{-2} + (a+cx)^{-2} = 2\left\{\frac{1}{a^2} + 3.\frac{c^2x^2}{a^4} + 5.\frac{c^4x^4}{a^6} + 7.\frac{c^6x^6}{a^8} + \right\}.$$

Multiplicirt man diese letzte Reihe mit $x^{2r}dx^2$, so erhält man nach der ersten Integration

$$2\left\{\frac{1}{2r+1}\cdot\frac{x^{2r+1}}{a^2}+\frac{3}{2r+3}\cdot\frac{c^2x^{2r+3}}{a^4}+\frac{5}{2r+5}\cdot\frac{c^4x^{2r+5}}{a^6}+\right\}dx,$$

und nach der zweyten

$$2\left\{\frac{1}{(2r+1)(2r+2)}\cdot\frac{x^{2r+2}}{a^2}+\frac{3}{(2r+3)(2r+4)}\cdot\frac{c^2x^{2r+4}}{a^4}+\frac{5}{(2r+5)(2r+6)}\cdot\frac{c^4x^{2r+5}}{a^6}+\right\}$$

Auf gleiche Weise erhält man

$$\iint x^{2r}dx^2\left\{(a-ex)^{-2}+(a+ex)^{-2}\right\}=$$

$$2\left\{\frac{1}{(2r+1)(2r+2)}\cdot\frac{x^{2r+2}}{a^2}+\frac{3}{(2r+3)(2r+4)}\cdot\frac{e^2x^{2r+4}}{a^4}+\frac{5}{(2r+5)(2r+6)}\cdot\frac{e^4x^{2r+6}}{a^6}+\right\}$$

Ziehet man die letzte Reihe von der vorhergehenden ab, so heben die ersten gleichgrofsen Glieder einander auf, und man findet

$$(\mathfrak{C})\quad \mathfrak{K}=2mnb^{r+1}\left\{\frac{3}{(2r+3)(2r+4)}\cdot\frac{(c^2-e^2)x^{2r+4}}{a^4}+\frac{5}{(2r+5)(2r+6)}\cdot\frac{(c^4-e^4)x^{2r+6}}{a^6}\right.$$
$$\left.+\frac{7}{(2r+7)(2r+8)}\cdot\frac{(c^6-e^6)x^{2r+8}}{a^8}+\right\}$$

Ist der Abstand a sehr grofs in Vergleich mit x, oder der magnetischen Halbaxe, so verschwinden alle Glieder dieser Reihe gegen das erste, und man erhält dann $\mathfrak{K}=\frac{6mnb^{r+1}}{(2r+3)(2r+4)}\times\frac{(c^2-e^2)x^{2r+4}}{a^4}$; oder da $c^2-e^2=(1+b)^2-(1-b)^2=4b$, $\mathfrak{K}=\frac{24mnb^{r+2}x^{2r+4}}{(2r+3)(2r+4)\cdot a^4}$, d. i. *die Wirkung zweyer Magneten auf einander verhält sich umgekehrt wie die vierte Potenz der Entfernung der Mittelpunkte.*

In §. 10 ward bewiesen, dafs in grofsen Entfernungen die *Wirkung eines Linearmagneten auf einen Punkt oder auf eine kleine Magnetnadel sich umgekehrt wie die dritte Potenz der Entfernung verhalte.* Aus dem Obigen hingegen sieht man, dafs die *Wirkung zweyer Magneten* auf einander sich *umgekehrt wie die vierte Potenz der Entfernung* verhält. Dieses mag Veranlassung zu der Verwirrung und Uneinigkeit gegeben haben, welche zwischen den experimentirenden Physikern geherrscht hat, indem einige die dritte, andre die

vierte Potenz des Abstandes als die rechte Funktion für die Magnetkraft ausgegeben haben, je nachdem sie Versuche mit *einem Magneten und einer Magnetnadel*, oder mit *zwey Magneten* gemacht haben.

Sind die Magneten gleich grofs, so wird $b = 1$, $c = 2$, $e = 0$, und die Reihe verwandelt sich in folgende:

$$(\mathfrak{C}')\quad \mathfrak{K} = 2mn\left\{\frac{3\cdot 2^2}{(2r+3)(2r+4)}\cdot\frac{x^{2r+4}}{a^4} + \frac{5\cdot 2^4}{(2r+5)(2r+6)}\cdot\frac{x^{2r+6}}{a^6} + \frac{7\cdot 2^6}{(2r+7)(2r+8)}\cdot\frac{x^{2r+8}}{a^8} + \right\}$$

Die allgemeine Reihe $(\mathfrak{C})$ für ungleiche Magneten erhält folgende Werthe

für $r = 1$

$$(A)\quad \mathfrak{K} = 2mnb^2\left\{\frac{3}{5.6}\cdot\frac{(c^2-e^2)x^6}{a^4} + \frac{5}{7\cdot 8}\cdot\frac{(c^4-e^4)x^8}{a^6} + \frac{7}{9.10}\cdot\frac{(c^6-e^6)x^{10}}{a^8} + \right\}$$

für $r = 2$

$$(B)\quad \mathfrak{K} = 2mnb^3\left\{\frac{3}{7.8}\cdot\frac{(c^2-e^2)x^8}{a^4} + \frac{5}{9.10}\cdot\frac{(c^4-e^4)x^{10}}{a^6} + \frac{7}{11.12}\cdot\frac{(c^6-e^6)x^{12}}{a^8} + \right\}.$$

Die Reihe $(\mathfrak{C}')$ für gleichgrofse Magneten erhält folgende Werthe

für $r = 1$

$$(A')\quad \mathfrak{K} = 2mn\left\{\frac{3\cdot 2^2}{5\cdot 6}\cdot\frac{x^6}{a^4} + \frac{5\cdot 2^4}{7\cdot 8}\cdot\frac{x^8}{a^6} + \frac{7\cdot 2^6}{9\cdot 10}\cdot\frac{x^{10}}{a^8} + \cdot\cdot\right\}$$

für $r = 2$

$$(B')\quad \mathfrak{K} = 2mn\left\{\frac{3\cdot 2^2}{7\cdot 8}\cdot\frac{x^8}{a^4} + \frac{5\cdot 2^4}{9\cdot 10}\cdot\frac{x^{10}}{a^6} + \frac{7\cdot 2^6}{11\cdot 12}\cdot\frac{x^{12}}{a^8} + \cdot\cdot\right\}.$$

Zusatz. Berühren sich beide Magneten, so wird die Entfernung der Mittelpunkte $a = 2x$ (wenn beide Magneten gleich grofs sind); die Reihe $(\mathfrak{C}')$ verwandelt sich dann in folgende:

$$\mathfrak{K} = 2mn\left\{\frac{3}{(2r+3)(2r+4)}\cdot\frac{x^{2r}}{2^2} + \frac{5}{(2r+5)(2r+6)}\cdot\frac{x^{2r}}{2^2} + \frac{7}{(2r+7)(2r+8)}\cdot\frac{x^{2r}}{2^2} + \right\}$$

$$= \frac{mnx^{2r}}{2}\left\{\frac{3}{(2r+3)(2r+4)} + \frac{5}{(2r+5)(2r+6)} + \frac{7}{(2r+7)(2r+8)} + \cdot\cdot\right\},$$

oder

für $r = 1$

$$\mathfrak{K} = \frac{mnx^2}{2}\left\{\frac{3}{5 \cdot 6} + \frac{5}{7 \cdot 8} + \frac{7}{9 \cdot 10} + \cdots\right\}$$

für $r = 2$

$$\mathfrak{K} = \frac{mnx^2}{2}\left\{\frac{3}{7 \cdot 8} + \frac{5}{9 \cdot 10} + \frac{7}{11 \cdot 12} + \cdots\right\}$$

§. 15. Will man aus den in den vorigen §§. gefundenen Formeln und Reihen A′ und B′ die Gröſse von $\mathfrak{K}$ berechnen, so bedient man sich in kleinen Entfernungen am leichtesten der Formeln, in groſsen hingegen der Reihen.

1 Ex. Wenn $x = 1$ und $a = 3$, den Werth von $\mathfrak{K}$ für zwey gleichgroſse Magneten zu berechnen.

In der Formel A′ (S. 153) hat man

$$\frac{a^2}{a^2 - 4x^2} = \frac{3^2}{3^2 - 4} = \frac{9}{5}; \quad \frac{a + 2x}{a - 2x} = \frac{3 + 2}{3 - 2} = 5.$$

$$\begin{aligned}
\text{Nun ist log. nat. } 9 &= 2.1972244 \\
\text{log. nat. } 5 &= 1.6094379 \\
\hline
\text{log. nat. } \frac{9}{5} &= 0.5877865 \\
\text{multipl. mit } \frac{3a^2}{16} &= \frac{27}{16} \\
\hline
\frac{3a^2}{16} \log\left(\frac{a^2}{a^2 - 4x^2}\right) &= 0.9918897 \\
\frac{x^2}{4} = \frac{1}{4} &= 0.25 \\
\hline
\frac{x^2}{4} + \frac{3a^2}{16} \log\left(\frac{a^2}{a^2 - 4x^2}\right) &= + 1.2418897 \\
\text{log. nat. } 5 &= 1.6094379 \\
\text{multipl. mit } \frac{ax}{4} &= \frac{3}{4} \\
\hline
\frac{ax}{4} \log\left(\frac{a + 2x}{a - 2x}\right) &= 1.2070784
\end{aligned}$$

$$\frac{ax}{4}\log\left(\frac{a+2x}{a-2x}\right) = 1.2070784$$

$$\frac{x^4}{6a^2} = \frac{1}{54} = 0.0185185$$

$$-\frac{ax}{4}\log\left(\frac{a+2x}{a-2x}\right) - \frac{x^4}{6a^2} = -1.2255969$$

$$+1.2418897$$

$$\mathfrak{K} = mn \times 0.0162928$$

Also ist nach der Formel A′, wo $r = 1$ gesetzt ist, $\mathfrak{K} = mn \times 0{,}0162928$.

In der Formel B′ (S. 154) hat man gleichfalls

$$\log\left(\frac{a^2}{a^2-4x^2}\right) = \log\frac{9}{5} = 0.5877865$$

$$\text{multipl. mit } \frac{5a^4}{64} = \frac{405}{64}$$

$$\frac{5a^4}{64}\log\left(\frac{a^2}{a^2-4x^2}\right) = 5.7195864$$

$$\tfrac{1}{16}a^2x^2 = \frac{27}{16} = 1.6875000$$

$$\tfrac{1}{24}x^4 = \frac{1}{24} = 0.0416666$$

$$\frac{5a^4}{64}\log\left(\frac{a^2}{a^2-4x^2}\right) + \tfrac{1}{16}a^2x^2 + \frac{x^4}{24} = +5.4487530$$

$$\log\left(\frac{a+2x}{a-2x}\right) = \log 5 = 1.6094379$$

$$\text{multipl. mit } \frac{a^3x}{8} = \frac{27}{8}$$

$$\frac{a^3x}{8}\log\left(\frac{a+2x}{a-2x}\right) = 5.4318528$$

$$\frac{x^6}{15a^2} = \frac{1}{135} = 0.0074074$$

$$-\frac{x^6}{15a^2} - \frac{a^3x}{8}\log\left(\frac{a+2x}{a-2x}\right) = -5.4392602$$

$$-\frac{x^6}{15a^2}-\frac{a^2x}{8}\log\left(\frac{a+2x}{a-2x}\right)=-5.4592602$$
$$\underline{\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad +5.4487550}$$
$$\mathfrak{K}=mn\times 0.0094928.$$

Also ist nach der Formel B′, wo $r=2$, $\mathfrak{K}=mn\times 0.0094928$.

2 Ex. Für zwey gleichgroſse Magneten die Wirkung $\mathfrak{K}$ in dem Abstande $a=10$ zu berechnen.

Die Reihe A′ für gleichgroſse Magneten (§. 14) giebt

$$\mathfrak{K}=mn\left\{\frac{4x^6}{5a^4}+\frac{5.4x^8}{7a^6}+\frac{7.64x^{10}}{5.9a^8}+\cdot\cdot\right\},$$

und wenn $x=1$, $a=10$, wird

$$\mathfrak{K}=mn\left(\tfrac{4}{50000}+\tfrac{20}{7000000}+\tfrac{448}{4500000000}\right)$$
$$=mn\,(0.00008+0.0000029+0.0000000)=mn\times 0,0000829.$$

Die Reihe B′ ebendaselbst (wo $r=2$) giebt

$$\mathfrak{K}=mn\left\{\frac{3x^8}{7a^4}+\frac{16x^{10}}{9a^6}+\frac{7.52x^{12}}{3.11a^8}+\cdot\cdot\right\}$$

und wenn $x=1$, $a=10$, wird

$$\mathfrak{K}=mn\left(\tfrac{3}{70000}+\tfrac{16}{9000000}+\right)=mn\times 0.0000447.$$

Man sieht hieraus, daſs die Anziehung zwischen zwey Magneten gleich ist dem Produkte ihrer absoluten Kräfte (m und n), multiplicirt mit einer logarithmischen Funktion der Entfernung (a) ihrer Mittelpunkte, und der Magnetlänge (x). Man setze diese Funktion $=\mathfrak{F}$, so hat man $\mathfrak{K}=mn\,.\,\mathfrak{F}$.

§. 16. Ueber die Anziehung zwischen zwey Magneten wurde folgender Versuch angestellt:

Sechster Versuch.

ABC (Fig. 17) stelle ein Stativ vor, woran die Wage MN (eine kleine Englische Goldwage) aufgehängt wurde. Mit dem Fuſse war die Holzplatte GH zusammengefügt, in deren Rand eine viereckige Oeffnung eingeschnitten war, worin ein viereckiger, überall gleich dicker, prismatischer Stab EF von 2 Ellen

Länge, enge auf und nieder geschoben werden konnte. Der Stab war von oben herab in halbe Magnetlängen der bey den vorigen Versuchen gebrauchten Magneten A und B, und jede dieser wieder in zehn kleinere Theile eingetheilt. Unter der Schale N ward der eine Magnet PO an einem Drathe aufgehängt, und in die Schale M ward ein Gegengewicht gelegt, so daſs die Zunge der Wage ein genaues Gleichgewicht zeigte. Der Stab EF ward darauf so gestellt, daſs das Ende O des Magneten gerade den Anfangspunkt der Eintheilungen deckte (ohne jedoch den Stab zu berühren). Endlich ward de. andere Magnet so an dem Stabe EF befestigt, daſs sein nächstes Ende eine der Eintheilungen des Stabes deckte. Hierdurch ward eigentlich der Abstand zwischen den nächsten Endpunkten der Magneten bestimmt, aber indem man hierzu zwey Magnethalbaxen addirte, ergab sich der Abstand der Mittelpunkte. In einem jeden Abstande wurden dem an dem Stabe befestigten Magneten zwey Stellungen gegeben, nämlich erst der freundschaftliche, dann der feindliche Pol gegen O gekehrt; im ersten Falle ward das Gleichgewicht wieder durch Zulegung eines Gegengewichtes in die Schale M, im letzten *Falle* durch Zulegung eines Gegengewichtes in die Schale N hergestellt. Um die Anziehung und Abstoſsung so genau als möglich auszumessen, nahm ich einen Goldzieher-Drath, und schnitt ihn ab, bis er genau ein Gran wog; dieser Drath ward wieder in zehn genau gleichlange Theile, und einige von diesen wieder in zwey Theile geschnitten. Auf diese Weise war ein Gran in zwanzig Theile getheilt, deren jeder einzelne der Wage merklichen Ausschlag gab, nachdem sie mit dem einen Magneten und dessen Gegengewichte beschwert war.

Abstand $= a$.		4 . 0	3 . 5	3 . 0	2 . 8	2 . 6	2 . 5	2 . 4	2 . 3	2 . 2
Gegengewicht $= p$ in Granen.	Anzieh.	0,15 +	0,20	0,50 –	0,85	1,50	1,95	2,70	4,55	7,10
	Abstoſs.	0,15	0,30	0,55	0,85 +	1,50	2,05	2,60		
	Mittel	0,15	0,25	0,52	0,85	1,50	2,00	2,66	4,55	7,10

Folgende Tabelle enthält die Mittelzahlen der Gegengewichte mit den darüber angestellten Berechnungen.

Abstand der Mittelp. $= a$.	Anziehung $= p$ in Granen.	Formel A', für $r = 1$.				Formel B', für $r = 2$.			
		Funktion $\mathfrak{F}$.	$mn = \frac{p}{\mathfrak{F}}$.	Berechn. $p = mn\mathfrak{F}$.	Differenz.	Funktion $\mathfrak{F}$.	$mn = \frac{p}{\mathfrak{F}}$.	Berechn. $p = mn\mathfrak{F}$.	Differenz.
4.0	0.15	0.0040112	37.396	0.1389	−0.01	0.0022464	66.773	0.1527	0.00
3.5	0.25	0.0075059	33.291	0.2600	+0.01	0.0037487	66.690	0.2548	0.00
3.0	0.52	0.0162935	31.988	0.5628	+0.04	0.0094915	54.786	0.6451	+0.13
2.8	0.85	0.0237468	35.795	0.8110	−0.13	0.0140832	60.358	0.9571	+0.11
2.6	1.50	0.0367892	40.773	1.2737	−0.23	0.0223793	67.027	1.6870	+0.19
2.5	2.00	0.0473166	42.366	1.6344	−0.37	0.0292517	68.373	1.9880	−0.01
2.4	2.65	0.0627998	42.167	2.1742	−0.48	0.0396651	66.810	2.6995	+0.05
2.3	4.55	0.0870380	52.276	3.0133	−1.54	0.0566652	80.318	3.8501	−0.70
2.2	7.10	0.1303335	54.601	4.5120	−2.59	0.0881778	80.520	5.9928	−1.11
2.1		0.2293183		7.9413		0.2262623		15.3770	

Die beiden ersten Columnen enthalten den Abstand der Mittelpunkte und das Gegengewicht p in Granen; die nächste Columne enthält den Werth der Funktion $\mathfrak{F}$, berechnet nach der Formel und Reihe A'. Da $\mathfrak{K} = mn \cdot \mathfrak{F}$, und mn eine beständige Gröſse ist, so muſs $\mathfrak{K}$ mit $\mathfrak{F}$ proportionirt seyn, d. h. in demselben Verhältniſse zunehmen. Aber $\mathfrak{K}$ wird hier durch das Gegengewicht p ausgemessen, also ist $p = mn \cdot \mathfrak{F}$, und $mn = \frac{p}{\mathfrak{F}}$, d. h. $\frac{p}{\mathfrak{F}}$ muſs einen beständigen Quotienten geben. Diesen Quotienten enthält die vierte Columne. Eine Mittelzahl der 4 ersten Quotienten ist 34.62; wird nun $mn = 34.62$ gesetzt, so hat man $p = mn \cdot \mathfrak{F} = \mathfrak{F} \times 34.62$. Man kann also auf diese Weise das Gegengewicht p in Granen für jede Entfernung a der Mittelpunkte berechnen, indem man den Werth von $\mathfrak{F}$ für die nämliche Entfernung mit 34.62 multiplicirt. Die auf diese Weise berechneten Gewichte p sind in der fünften, und die Differenz zwischen den durch Berechnung und den durch Beobachtung gefundenen Werthen von p in der sechsten Columne enthalten. Die folgenden 4 Columnen enthalten dasselbe, wie die 4 nächstvorhergehenden, aber nach der Formel B' berechnet. Hier wird eine Mittelzahl aller Werthe von $\frac{p}{\mathfrak{F}} = 67.962$, welches für die Berechnung von p zum Grunde gelegt ist.

Man sieht, daſs, wenn $r = 1$ ist, der berechnete Werth von p schon im Abstande 2.8 zu klein wird, und beständig kleiner wird, als der durch Versuche gefundene, so daſs im Abstande 2.2 der Unterschied sogar über $2\frac{1}{2}$ Gran beträgt. Ist dagegen $r = 2$, so sind die berechneten Werthe von p bald gröſser bald kleiner, als die durch Versuch gefundenen, nach dem Grade von Genauigkeit, den Versuche dieser Art geben können, bis zum Abstande 2.3, wo auch diese etwas zu klein werden, doch im Abstande 2.2 nicht mehr als $1\frac{1}{10}$ Gran. Dies kann daher kommen, weil in kleinen Abständen die Magnetkraft sehr schnell zunimmt; nun ist es schwierig in geringen Entfernungen den Abstand a genau zu bestimmen; denn sowie die Wage nur im mindesten aus dem Gleichgewichte kommt, sinkt der Endpunkt des aufgehängten Magneten unter den Anfangspunkt der Eintheilung an der Stange EF, und der Abstand a wird kleiner, als er seyn sollte. Da nun kleinen Veränderungen in der Entfernung bedeutende Veränderungen in der Kraft entsprechen, so kann sich leicht ein Fehler einschleichen, was auch Ursache war, warum ich den Versuch nicht bis zu einem kleineren Abstande, als 2.2 fortsetzen konnte.

Uebrigens nimmt $\mathfrak{F}$ nach der Formel B′ in kleinen Abständen weit schneller zu, als nach der Formel A′, so daſs in dem Abstande 2.1 die Formel A′ $p = 7\frac{9}{10}$ Gran giebt, welches augenscheinlich zu wenig ist, die Formel B′ dagegen $p = 15\frac{2}{7}$ Gran, welches recht wohl übereinstimmt mit der durch den Versuch gefundenen Reihe von Gegengewichten in den nächstvorhergehenden Abständen (2, $2\frac{-}{10}$, $4\frac{3}{7}$, $7\frac{1}{10}$, $15\frac{2}{7}$).

§. 17. Vorstehender Versuch, wie auch die Versuche in §. 5, wurden mit einem Paar äuſserst schwacher künstlichen Magneten, dem Hrn. Etatsrath *Bugge* zugehörig, angestellt. Mit stärkeren Magneten würden die Versuche in §. 5 noch besser gelungen seyn, da der Winkel w in solchem Falle, selbst bey gröſserem Abstande von der Nadel, als der zwölffachen magnetischen Halbaxe, merklich geworden seyn würde. Inzwischen wird man hoffentlich dessen ungeachtet das Resultat nicht zweifelhaft finden. Den letzt aufgeführten sechsten Versuch hingegen wünschte ich mit einem Paar stärkerer Magneten wiederholen zu können, da die mit dem Magneten und dessen Gegengewichte beschwerete Wage bey weitem keinen so leichten Ausschlag gewährt,

als die höchst bewegliche Nadel in §. 5. Mit einem Paar anderer Magneten (Hrn. Prof. *Örsted* zugehörig), welche kleiner*), aber weit stärker waren, als die vorigen, ward der nämliche Versuch wiederholt.

Siebenter Versuch.

	Abstand = *a*.	5.0	4.5	4.0	3.5	3.0	2.8	2.7	2.6	2.5	2.4	2.3	2.2	2.1
Anziehung.	Gegengewicht = p in Gran.	0.200	0.350	0.500										
		0.200	0.350	0.560	1.300	2.710	3.950	4.900						
		0.250	0.350	0.550	1.060	2.600	3.950	5.000	7.00-					
		0.200	0.300	0.800	1.000	2.400	3.730	4.700	6.350	8.20	11.7	17.4	31.30	70.30
	Mittel	0.212	0.337	0.602	1.120	2.570	3.877	4.867	6.665	8.20	11.7	17.4	31.30	17.30
Abstofs.	Gegengewicht = p in Gran.	0.300	0.300	0.700										
		0.300	0.450	0.650	1.100	2.750	3.920							
		0.250	0.300	0.450	1.150	2.650	3.700	4.550	5.700	7.60	10.7	15.0	22.80	37.80
	Mittel	0.267	0.350	0.600	1.125	2.700	3.810	4.550	5.700	7.60	10.7	15.0	22.80	37.80
	Mittel aus allen	0.236	0.343	0.601	1.122	2.622	3.844	4.788	6.343	7.90	11.2	16.2	27.05	54.05

Folgende Tafel, welche die nämliche Einrichtung hat, wie die oben S. 161 angeführte, enthält die Berechnungen und Resultate dieses Versuchs.

Abstand der Mittelp. = *a*.	Anziehung = *p* in Granen.	Formel A′, für $r = 1$.				Formel B′, für $r = 1$.			
		Funktion $\mathfrak{F}$.	$mn = \frac{p}{\mathfrak{F}}$.	Berechn. $p = mn\mathfrak{F}$.	Differenz.	Funktion $\mathfrak{F}'$.	$mn = \frac{p}{\mathfrak{F}'}$.	Berechn. $p = mn\mathfrak{F}'$.	Differenz.
5.0	0.236	0.0014926	157.92	0.236	+ 0.000	0.0008505	277.13	0.235	-0.001
4.5	0.343	0.0023663	144.67	0.374	+ 0.031	0.0013011	263.47	0.359	+0.016
4.0	0.601	0.0040112	149.93	0.633	+ 0.032	0.0022464	267.71	0.620	+0.019
3.5	1.122	0.0075059	149.48	1.185	+ 0.063	0.0037487	299.30	1.034	-0.088
3.0	2.622	0.0162935	160.93	2.573	- 0.049	0.0094915	276.25	2.619	-0.003
2.8	3.844	0.0237468	161.87	3.750	- 0.094	0.0140832	272.95	3.885	+0.041
2.7	4.788	0.0292847	163.48	4.624	- 0.164	0.0175621	272.60	4.845	+0.057
2.6	6.343	0.0367892	172.43	5.809	- 0.534	0.0223793	283.45	6.174	-0.169
2.5	7.900	0.0473166	160.19	7.471	- 0.429	0.0292517	270.07	8.070	+0.170
2.4	11.200	0.0627998	178.35	9.916	- 1.284	0.0396651	282.36	10.943	-0.257
2.3	16.200	0.0870380	186.12	13.743	- 2.457	0.0566652	285.96	15.633	-0.567
2.2	27.050	0.1303335	207.55	20.579	- 6.471	0.0881778	306.77	24.337	-2.713
2.1	54.050	0.2293183	235.70	36.209	-17.841	0.2262623	238.89	62.421	+8.371

*) Die Länge dieser künstlichen Magneten war ungefähr 1 Zoll kleiner, als die Länge der vorhergehenden, und die übrigen Dimensionen nach Proportion. Auf einer andern Seite des

Der mittlere Werth von $\frac{p}{\mathfrak{F}} = mn$ ist hier aus den 9 ersten Abwägungen (von $a = 5.0$ bis $a = 2.5$) für die Formel $A' = 157.90$ und für die Formel $B' = 275.88$ gesetzt, und hiernach $p = 157.90 \times \mathfrak{F} = 275.88 \times \mathfrak{F}'$ gefunden. Man sieht, daſs die Differenzen zwischen den durch den Versuch und den durch Berechnung gefundenen Werthen der Anziehung p, weit gröſser bey der Formel A' (für $r = 1$) als bey der Formel B' (für $r = 2$) sind, wodurch die Richtigkeit der letzten noch mehr bestätigt wird.

Ferner verdient bemerkt zu werden, daſs in gröſseren Entfernungen die Mittelzahl der Anziehungen von derjenigen der Abstoſsungen fast gar nicht verschieden war; in geringeren hingegen die Anziehungen immer gröſser als die Abstoſsungen gefunden wurden, und der Unterschied zwischen beiden zunahm, wenn der Abstand der Magneten abnahm. So war z. B. in den Abständen $2\frac{5}{10}$, $2\frac{4}{10}$, $2\frac{3}{10}$, $2\frac{2}{10}$, $2\frac{1}{10}$, der Unterschied zwischen Anziehung und Abstoſsung $= \frac{6}{10}$, 1, $2\frac{4}{10}$, $8\frac{6}{10}$, $32\frac{5}{10}$ Granen. Diese Erscheinung läſst sich so erklären: wenn zwey Magneten einander mit den gleichbenannten Polen genähert werden, so sucht jeder in dem andern die entgegengesetzte Polarität zu erwecken, und ist der eine viel stärker, als der andre, so wird dies wirklich geschehen. Besitzen beide Pole z. B. + M, so wird in dem schwächeren oder weicheren Magneten dieses + M je schwächer und schwächer werden, je näher die Magneten sich kommen, bis es in einem gewissen Abstande ganz verschwindet, womit denn auch die Abstoſsung verschwunden ist. Kommen die Magneten sich noch näher, so erhält der schwächere Magnet in dem nächsten Pol — M, und die Abstoſsung verwandelt sich in Anziehung. Sind beide Magneten von gleicher Stärke und Härte, so wird diese Umwandlung wohl nicht statt finden, aber der eine Magnet wird doch die Kraft des andern schwächen, und die Abstoſsung wird schwächer werden, als sie seyn sollte, wenn alles unveränderlich wäre. Werden hingegen zwey freundschaftliche Pole einander zugekehrt, so erwecken diese eine gröſsere gegenseitige Wirk-

Stabes EF (Fig. 17) wurde die Länge dieser neuen Magneten abgetragen, und jede in 20 Theile getheilt, eben so wie bey dem sechsten Versuche.

samkeit, und in geringen Entfernungen wird die Anziehung größer, als sie eigentlich seyn sollte.

Man sieht also, daſs die Gröſsen *m*, welches die absolute Kraft des Magneten bezeichnet, und *r*, welches das Gesetz bestimmt, wornach die Kräfte der Elemente vom magnetischen Mittelpunkte nach den Polen zu wachsen, nicht im strengsten Verstande *beständige Gröſsen* sind. Am deutlichsten sieht man dies bey dem unmagnetischen Eisen, wo also $m = 0$, die Anziehung eines Magneten auf dasselbe also auch nach den obenstehenden Formeln $= 0$ seyn sollte, sowie auf jede andere unmagnetische Materie, z. B. Holz, Stein u. s. w. Gleichwohl wird nach und nach, wie das weiche Eisen dem Magneten genähert wird, das Gleichgewicht zwischen dessen magnetischen Kräften mehr und mehr aufgehoben, d. h. die Gröſse *m* wächst von 0 an, bis sie bey der Berührung den nämlichen Werth, wie im Magneten selbst, erhält. Die Anziehung des weichen Eisens durch den Magneten kann also auf keine Weise nach den obenstehenden Formeln bestimmt werden. Man könnte sich ein höheres Gesetz denken, welches zugleich die Veränderungen der Gröſsen *m* und *r*, und die daraus flieſsenden verschiedenen Anziehungen und Abstoſsungen bestimmte. Man muſste dann suchen, *m* und *r*, als Funktionen des Abstandes *a* auszudrücken; wie verwickelt dieses Gesetz werden würde, sieht jeder. In groſsen Entfernungen ist inzwischen diese Veränderung in den Kräften und ihre Vertheilung ganz unmerklich, und nur bedeutend in kleinen Abständen, die sich der Berührung nähern. Die bisher gefundenen Formeln sind also unter dieser Einschränkung vollkommen brauchbar.

Zusatz. Oben ward bewiesen, daſs in groſsen Entfernungen die Anziehungen bey gleichgroſsen Magneten sich umgekehrt verhalten, wie die vierten Potenzen der Entfernungen; also müssen auch die Gegengewichte *p* sich umgekehrt verhalten wie die vierten Potenzen der Entfernungen. So sind z. B. in den Entfernungen 5,0 — 4,5 — 4,0 die Gegengewichte $p = 0{,}236$ — 0,343 — 0,601, welche sich wie $1 : 1{,}45 : 2{,}55$ verhalten; aber $(4{,}0)^4 : (4{,}5)^4 : (5{,}0)^4 = 256 : 410 : 625 = 1 : 1{,}60 : 2{,}44$ ungefähr wie die zugehörigen Werthe von *p*.

§. 18. *Durch diesen Versuch ist es also mehr als wahrscheinlich gemacht, daſs r nicht kleiner seyn kann als 2.* Dies wird noch mehr bekräftigt durch

$$dv' = \frac{mnx^r dx \,.\, \sin \mathrm{NBQ}}{\mathrm{BN}^2} = \frac{mnx^r dx \,.\, \sin(\nu + \omega)}{\mathrm{BN}^2}.$$

Aber nun ist PM = BP tang μ, d. i. $a - x = b$: tang μ, also $x = a - b$ tang μ und $dx = -b \,.\, d \tang \mu = -bd\mu \,.\, \sec^2 \mu$; ferner ist BM = BP . sec $\mu = b$ sec μ. Setzt man diese Werthe im Ausdrucke für dv, so hat man

$$dv = \frac{-mn}{b} (a - b \tang \mu)^r \,.\, \sin(\mu + \omega) \,.\, d\mu.$$

Auf gleiche Weise findet man PN = BP . tang ν, d. i. $a + x = b$. tang ν, also $x = b$. tang $\omega - a$, und $dx = b \,.\, d\nu \,.\, \sec^2 \nu$; ferner BN = BP . sec $\nu = b$. sec ν. Setzt man diese Werthe im Ausdrucke für dv', so bekommt man

$$dv' = \frac{mn}{b} (b \tang \nu - a)^r \,.\, \sin(\nu + \omega) \,.\, d\nu.$$

I. Ist $r = 1$*), so wird

$$dv = mn\left(\tang \mu - \frac{a}{b}\right) . \sin(\mu + \omega) d\mu$$

$$= mn\left\{\frac{\sin^2 \mu}{\cos \mu} \cos \omega + \left(\sin \omega - \frac{a}{b} \cos \omega\right) \sin \mu - \frac{a}{b} \sin \omega \,.\, \cos \mu\right\} d\mu.$$

Das Integrale davon wird $= v$

$$= mn\left\{\cos \omega \left[\tfrac{1}{2} \log\left(\frac{1 + \sin \mu}{1 - \sin \mu}\right) - \sin \mu\right] - \left(\sin \omega - \frac{a}{b} \cos \omega\right) \cos \mu - \frac{a}{b} \sin \omega \,.\, \sin \mu\right\} + C.$$

Auf gleiche Weise findet man

$$dv' = mn\left(\tang \nu - \frac{a}{b}\right) \sin(\nu + \omega) d\nu,$$

und also

$$v' = mn\left\{\cos \omega \left[\tfrac{1}{2} \log\left(\frac{1 + \sin \nu}{1 - \sin \nu}\right) - \sin \nu\right] - \left(\sin \omega - \frac{a}{b} \cos \omega\right) \cos \nu - \frac{a}{b} \sin \omega . \sin \nu\right\} + C'.$$

Aber wenn die Nadel im Gleichgewichte ist, so muſs v und v' gleich groſs seyn, oder $v' - v = 0$; dividirt man also auf beiden Seiten mit mn, bekömmt man

$$0 = \left\{\frac{a}{b} (\cos \nu - \cos \mu) + \sin \mu - \sin \nu + \tfrac{1}{2} \log \frac{1 + \sin \nu}{1 - \sin \nu} - \tfrac{1}{2} \log \frac{1 + \sin \mu}{1 - \sin \mu}\right\} \cos \omega$$

*) Für $r = 1$, hat Herr Lambert dieses Problem gelöſst in seiner Untersuchung: Sur la courbure du courant magnetique. Mem. d. Sc. à Berlin An. 1766. Tom. XXII.

$$+ \left\{\frac{a}{b}(\sin\mu - \sin\nu) + \cos\mu - \cos\nu\right\}\sin\omega + C' - C$$
$$= P.\cos\omega + Q.\sin\omega + C' - C.$$

Nun ist $\frac{a}{b} = \frac{\mathrm{GB}}{\mathrm{BP}} = \mathrm{tang\,CBP} = \mathrm{tang}\,\varkappa$; ferner $\frac{1+\sin\nu}{1-\sin\nu} = \cot^2(45^\circ - \frac{1}{2}\nu)$ $= \cot^2(\frac{1}{2}\mathrm{BNC})$; $\frac{1+\sin\mu}{1-\sin\mu} = \mathrm{tang}^2(45^\circ + \frac{1}{2}\mu) = \mathrm{tang}^2(\frac{1}{2}\mathrm{BMG})$; setzt man endlich $\mathrm{CM} = \mathrm{CN} = x = 0$, so wird $\mu = \nu = \varkappa$, also $C' = C$, und $C' - C = 0$. Setzt man nun diese Werthe in $v' - v$, und dividirt mit $\sin\omega$, so bekommt man

$$\left\{\mathrm{tang}\,\varkappa\,(\cos\nu - \cos\mu) + \sin\mu - \sin\nu + \log\frac{\cot\frac{1}{2}\mathrm{BNC}}{\mathrm{tang}\frac{1}{2}\mathrm{BMG}}\right\}\cot\omega$$
$$= \mathrm{tang}\,\varkappa\,(\sin\nu - \sin\mu) + \cos\nu - \cos\mu$$

oder

$$P.\cot\omega = -Q, \text{ also } \cot\omega = -\frac{Q}{P}$$
$$= \frac{\mathrm{tang}\,\varkappa\,(\sin\nu - \sin\mu) + \cos\nu - \cos\mu}{\mathrm{tang}\,\varkappa\,(\cos\nu - \cos\mu) + \sin\mu - \sin\nu + \log(\cot\frac{1}{2}\mathrm{BNC}.\cot\frac{1}{2}\mathrm{BMC})},$$

und durch Multiplication des Zählers und Nenners mit $\cos\varkappa$

$$\cot\omega = \frac{\cos(\nu - \varkappa) - \cos(\varkappa - \mu)}{\cos\varkappa.\log(\cot\frac{1}{2}\mathrm{BNC}.\cot\frac{1}{2}\mathrm{BMC}) + \sin(\nu - \varkappa) - \sin(\varkappa - \mu)}$$
$$= \frac{\cos\mathrm{NBC} - \cos\mathrm{MBC}}{\sin\mathrm{BCP}.\log(\cot\frac{1}{2}\mathrm{BNC}.\cot\frac{1}{2}\mathrm{BMC}) - \sin\mathrm{NBC} - \sin\mathrm{MBC}};$$

und wenn man setzt $\mathrm{NBC} = s$, $\mathrm{MBC} = r$, $\mathrm{BMC} = t$, $\mathrm{BNC} = v$,

$$(\alpha)\quad \cot\omega = \frac{\cos s - \cos r}{\sin u.\log(\cot\frac{1}{2}v.\cot\frac{1}{2}t) - \sin r - \sin s} = \frac{Z}{N}$$

$$(\beta)\quad = \frac{\sin\left(\frac{r+s}{2}\right).\sin\left(\frac{r-s}{2}\right)}{\frac{1}{2}\sin u.\log(\cot\frac{1}{2}v.\cot\frac{1}{2}t) - \sin\left(\frac{r+s}{2}\right).\cos\left(\frac{r-s}{2}\right)} = \frac{Z'}{N'}$$

II. Ist $r = 2$, so wird

$$dv = -\frac{mn}{b}(a - b.\text{tang}\,\mu)^2 . \sin(\mu + \omega)\,d\mu,$$

$$dv' = \frac{mn}{b}(b.\text{tang}\,\nu - a)^2 . \sin(\nu + \omega)\,d\nu.$$

Quadrirt man nun $a - b.\text{tang}\,\mu$, und löset $\sin(\omega + \mu)$ in seine Theile auf, so erhält man

$$dv = -mn\left\{b\cos\omega . \frac{\sin^3\mu}{\cos^2\mu} - (2a\cos\omega - b\sin\omega)\frac{\sin^2\mu}{\cos\mu} + \left(\frac{a^2}{b}\cos\omega - 2a\sin\omega\right)\sin\mu + \frac{a^2}{b}\sin\omega . \cos\mu\right\}d\mu,$$

also

$$v = -mn\left\{b\cos\omega(\sec\mu + \cos\mu) - (2a\cos\omega - b\sin\omega)\left(\log\frac{1+\sin\mu}{\cos\mu} - \sin\mu\right) - \left(\frac{a^2}{b}\cos\omega - 2a\sin\omega\right)\cos\mu + \frac{a^2}{b}\sin\omega . \sin\mu + C\right\},$$

$$= -mn\left\{b(\sec\mu + \cos\mu) - 2a\left(\log\frac{1+\sin\mu}{\cos\mu} - \sin\mu\right) - \frac{a^2}{b}\cos\mu\right\}\cos\omega$$

$$- mn\left\{b\left(\log\frac{1+\sin\mu}{\cos\mu} - \sin\mu\right) + 2a\cos\mu + \frac{a^2}{b}\sin\mu\right\}\sin\omega - mnC,$$

$$= -mnR . \cos\omega - mnS . \sin\omega - mnC.$$

Da $(b\,\text{tang}\,\nu - a)^2 = (a - b\,\text{tang}\,\nu)^2$, so findet man auf gleiche Weise

$$v' = mn\left\{b(\sec\nu + \cos\nu) - 2a\left(\log\frac{1+\sin\nu}{\cos\nu} - \sin\nu\right) - \frac{a^2}{b}\cos\nu\right\}\cos\omega$$

$$+ mn\left\{b\left(\log\frac{1+\sin\nu}{\cos\nu} - \sin\nu\right) + 2a\cos\nu + \frac{a^2}{b}\sin\nu\right\}\sin\omega + mnC',$$

$$= mnT . \cos\omega + mnU . \sin\omega + mnC'.$$

Im Gleichgewichte ist $v = v'$, oder $v - v' = 0$

$$= -mn(R + T)\cos\omega - mn(S + U)\sin\omega - mn(C + C').$$

Aber wenn man $x = 0$ setzt, so wird v und $v' = 0$, und $\mu = \nu = x$; also $C = C'$, und $-mn(C + C') = -2mnC$

$$= mn\left\{2b(\sec\varkappa + \cos\varkappa) - 4a\left(\log\frac{1+\sin\varkappa}{\cos\varkappa} - \sin\varkappa\right) - \frac{2a^2}{b}\cos\varkappa\right\}\cos\omega$$

$$+ mn\left\{2b\left(\log\frac{1+\sin\varkappa}{\cos\varkappa} - \sin\varkappa\right) + 4a\cos\varkappa + \frac{2a^2}{b}\sin\varkappa\right\}\sin\omega$$

$$= mnX.\cos\omega + mnY.\sin\omega.$$

Man hat also

$$0 = mn(X - R - T)\cos\omega + mn(Y - S - U)\sin\omega,$$

oder wenn man mit $mn\sin\omega$ dividirt

$$0 = (X - R - T)\cot\omega + Y - S - U, \text{ und } \cot\omega = \frac{Y - S - U}{R + T - X}.$$

Nun ist $\frac{1+\sin\mu}{\cos\mu} = \left(\frac{1+\sin\mu}{1-\sin\mu}\right)^{\frac{1}{2}} = \text{tang}(45^\circ + \frac{1}{2}\mu) = \text{tang}\,\frac{1}{2}\text{BMC} = \text{tang}\,\frac{1}{2}t$;

ebenfalls ist $\frac{1+\sin\nu}{\cos\nu} = \text{tang}(45^\circ + \frac{1}{2}\nu) = \cot(45^\circ - \frac{1}{2}\nu) = \cot\frac{1}{2}\text{BNC}$

$= \cot\frac{1}{2}v$; endlich ist $\frac{1+\sin\varkappa}{\cos\varkappa} = \cot(45^\circ - \frac{1}{2}\varkappa) = \cot\frac{1}{2}u$. Dividirt man nun Zähler und Nenner mit a, und setzt obige Werthe ein, zugleich $\text{tang}\,\varkappa$ für $\frac{a}{b}$, $\cot\varkappa$ für $\frac{b}{a}$, so erhält man den Zähler $= \frac{Y - S - U}{a}$

$$= \cot\varkappa\log\left(\frac{\cot^2(\frac{1}{2}u)}{\text{tang}\,\frac{1}{2}t.\cot\frac{1}{2}v}\right) + \cot\varkappa(\sin\mu + \sin\nu) + 2\sec\varkappa - 2(\cos\mu + \cos\nu)$$
$$- \text{tang}\,\varkappa(\sin\mu + \sin\nu);$$

und den Nenner $= \frac{R + T - X}{a}$

$$= \cot\varkappa(\sec\mu + \sec\nu + \cos\mu + \cos\nu) + 2\log\left(\frac{\cot^2(\frac{1}{2}u)}{\text{tang}\,\frac{1}{2}t.\cot\frac{1}{2}v}\right) + 2(\sin\mu + \sin\nu)$$
$$- \text{tang}\,\varkappa(\cos\mu + \cos\nu) - 4\,\text{cosec}\,\varkappa.$$

Multiplicirt man ferner Zähler und Nenner mit $\sin\varkappa$, so wird der Zähler

$$= \mathfrak{Z} = \frac{(Y - S - U).\sin\varkappa}{a}$$

$$= \cos\varkappa\log\left(\frac{\cot^2(\frac{1}{2}u)}{\text{tang}\,\frac{1}{2}t.\cot\frac{1}{2}v}\right) + \sin(\nu - \varkappa) - \sin(\varkappa - \mu)$$
$$- \text{tang}\,\varkappa\,[\cos(\varkappa - \mu) + \cos(\nu - \varkappa)] + 2\,\text{tang}\,\varkappa,$$

und der Nenner $= \mathfrak{N} = \frac{(R + T - X) \cdot \sin \varkappa}{a}$

$$= \cos \varkappa (\sec \mu + \sec \nu) + \cos(\varkappa - \mu) + \cos(\nu - \varkappa) - \operatorname{tg} \varkappa [\sin(\varkappa - \mu) - \sin(\nu - \varkappa)] + 2 \sin \varkappa \log \left(\frac{\cot^2(\frac{1}{2}u)}{\operatorname{tang} \frac{1}{2}t \cdot \cot \frac{1}{2}v}\right) - 4;$$

also (γ) $\cot \omega = \frac{\mathfrak{Z}}{\mathfrak{N}}$

$$= \frac{\sin u . \log \frac{\cot^2(\frac{1}{2}u)}{\operatorname{tang} \frac{1}{2}t . \cot \frac{1}{2}v} + \cot u (2 - \cos r - \cos s) + \sin s - \sin r}{2 \cos u . \log \frac{\cot^2(\frac{1}{2}u)}{\operatorname{tg} \frac{1}{2}t . \cot \frac{1}{2}v} - \cot u (\sin r - \sin s) + \sin u (\operatorname{cosec} t + \operatorname{cosec} v) + \cos r + \cos s - 4}$$

oder wenn man Zähler und Nenner mit $\sin u$ multipliciret

(δ) $\cot \omega = \frac{\mathfrak{Z}'}{\mathfrak{N}'}$

$$= \frac{2 \cos u + \sin^2 u \log \frac{\cot^2(\frac{1}{2}u)}{\operatorname{tang} \frac{1}{2}t . \cot \frac{1}{2}v} - \cos(u - r) - \cos(u + s)}{\sin^2 u (\operatorname{cosec} t + \operatorname{cosec} v) + \sin 2u . \log \frac{\cot^2(\frac{1}{2}u)}{\operatorname{tg} \frac{1}{2}t . \cot \frac{1}{2}v} + \sin(u + s) - \sin(r - u) - 4 \sin u}$$

§. 20. Da die in dem vorhergehenden §. gefundenen Formeln für $\cot \omega$ ziemlich beschwerlich für den Calcul sind, wollen wir sie in Reihen auflösen. Oben wurde gezeigt, daſs

$$dv = \frac{mnx^r dx . \sin(\mu + \omega)}{BM^2} = \frac{mnx^r dx (\sin \mu . \cos \omega + \cos \mu . \sin \omega)}{BM^2},$$

und

$$dv' = \frac{mnx^r dx . \sin(\nu + \omega)}{BN^2} = \frac{mnx^r dx (\sin \nu . \cos \omega + \cos \nu . \sin \omega)}{BN^2}.$$

Setzt man $CM = CN = x$, $CB = \rho$, $BCM = u$, so ist im Dreiecke BCM, $BM^2 = CB^2 + CM^2 - 2BC . CM . \cos BCM = \rho^2 + x^2 - 2\rho x . \cos u$, und im Dreiecke BCN, $BN^2 = BC^2 + CN^2 - 2BC . CN . \cos BCN = \rho^2 + x^2 + 2\rho x . \cos u$. Ferner ist

$$\sin \mu = \frac{MP}{BM} = \frac{CP - CM}{BM} = \frac{\rho \cos u - x}{BM};$$

$$\sin\nu = \sin \text{NBP} = \frac{\text{NP}}{\text{NB}} = \frac{\text{NC} + \text{CP}}{\text{NB}} = \frac{x + \rho \cos u}{\text{NB}},$$

$$\cos\mu = \frac{\text{BP}}{\text{BM}} = \frac{\rho \sin u}{\text{BM}};\ \cos\nu = \frac{\text{BP}}{\text{BN}} = \frac{\rho \sin u}{\text{BN}}.$$

Also ist

$$dv = \frac{mnx^r dx \cos\omega\,(\rho\cos u - x)}{(\rho^2 + x^2 - 2\rho x \cos u)^{\frac{3}{2}}} + \frac{mnx^r dx \sin\omega \,.\, \rho \sin u}{(\rho^2 + x^2 - 2\rho x \cos u)^{\frac{3}{2}}}$$

$$dv' = \frac{mnx^r dx \cos\omega\,(\rho\cos u + x)}{(\rho^2 + x^2 + 2\rho x \cos u)^{\frac{3}{2}}} + \frac{mnx^r dx \sin\omega \,.\, \rho \sin u}{(\rho^2 + x^2 + 2\rho x \cos u)^{\frac{3}{2}}}.$$

Setzt man $\rho^2 + x^2 = P$, $2\rho x \cos u = Q$, so ist

$$dv = mn(P - Q)^{-\frac{3}{2}} \,.\, (x^r\rho \cos\omega \cos u - x^{r+1}\cos\omega + x^r\rho \sin\omega \sin u)\, dx$$

$$dv' = mn(P + Q)^{-\frac{3}{2}} \,.\, (x^r\rho \cos\omega \cos u + x^{r+1}\cos\omega + x^r\rho \sin\omega \sin u)\, dx.$$

Aber wenn die unendlich kleine Magnetnadel in Ruhe ist, wird $v - v' = 0$; also hat man

$$\begin{aligned} 0 = & \int x^r dx \,.\, \rho \cos\omega \cos u\, [(P - Q)^{-\frac{3}{2}} - (P + Q)^{-\frac{3}{2}}] \\ & - \int x^{r+1} dx \,.\, \cos\omega\, [(P - Q)^{-\frac{3}{2}} + (P +)^{-\frac{3}{2}}Q] \\ & + \int x^r dx \,.\, \rho \sin\omega \sin u\, [(P - Q)^{-\frac{3}{2}} - (P + Q)^{-\frac{3}{2}}], \end{aligned}$$

oder, wenn man $(P - Q)^{-\frac{3}{2}} + (P + Q)^{-\frac{3}{2}} = S$, $(P - Q)^{-\frac{3}{2}} - (P + Q)^{-\frac{3}{2}} = D$ setzt,

$$\rho \sin\omega \sin u \,.\, \int x^r dx \,.\, D = \cos\omega \,.\, \int x^{r+1} dx \,.\, S - \rho\cos\omega \cos u \,.\, \int x^r dx \,.\, D.$$

Nach der binomischen Formel ist

$$(P - Q)^{-\frac{3}{2}} = P^{-\frac{3}{2}} + \frac{3}{1.2^1} P^{-\frac{5}{2}} Q + \frac{3.5}{1.2.2^2} P^{-\frac{7}{2}} Q^2 + \frac{3.5.7}{1.2.3.2^3} P^{-\frac{9}{2}} Q^3 +$$

$$(P + Q)^{-\frac{3}{2}} = P^{-\frac{3}{2}} - \frac{3}{1.2^1} P^{-\frac{5}{2}} Q + \frac{3.5}{1.2.2^2} P^{-\frac{7}{2}} Q^2 - \frac{3.5.7}{1.2.3.2^3} P^{-\frac{9}{2}} Q^3 +$$

$$D = 2\left\{\frac{3}{1.2^1} P^{-\frac{5}{2}} Q + \frac{3.5.7}{1.2.3.2^3} P^{-\frac{9}{2}} Q^3 + \frac{3.5\ldots11}{1.2\ldots5.2^5} P^{-\frac{13}{2}} Q^5 +\right\}$$

$$S = 2\left\{P^{-\frac{3}{2}} + \frac{3.5}{1.2.2^2} P^{-\frac{7}{2}} Q^2 + \frac{3.5\ldots9}{1.2\ldots4.2^4} P^{-\frac{11}{2}} Q^4 +\right\}$$

Die Reihe D soll hierauf mit $\rho x^r dx$ multiplicirt werden; aber da $P = \rho^2 + x^2$,

so kann man jedes ihrer Glieder wieder in eine unendliche Reihe auflösen. Nun ist

$$(\varrho^2+x^2)^{-\frac{n}{2}} = \frac{1}{\varrho^n} - \frac{n}{1.2^1}\cdot\frac{x^2}{\varrho^{n+2}} + \frac{n(n+2)}{1.2.2^2}\cdot\frac{x^4}{\varrho^{n+4}} - \frac{n(n+2)(n+4)}{1.2.3.2^3}\cdot\frac{x^6}{\varrho^{n+6}} +$$

Setzt man in dieser Reihe nach und nach $n = 5$, $n = 9$, $n = 13$ u. s. w., so erhält man $P^{-\frac{5}{2}}$, $P^{-\frac{9}{2}}$, $P^{-\frac{13}{2}}$. Werden diese Reihen mit den gehörigen Coefficienten $5Q$, $\frac{3.5.7}{1.2.3.2^2}Q^3$, $\frac{3.5\ldots11}{1.2\ldots5.2^4}Q^5$ (wo $Q = 2\varrho x\cos u$) und mit $\varrho x^r dx$ multiplicirt, so wird

$$\varrho x^r dx\,[(P-Q)^{-\frac{3}{2}} - (P+Q)^{-\frac{3}{2}}] = \varrho D x^r dx$$

$$\begin{array}{llllll}
(A) = \frac{5}{1}\cdot\frac{x^{r+1}}{\varrho^3} & - \frac{3.5}{1.2^1}\cdot\frac{x^{r+3}}{\varrho^5} & + \frac{3.5.7}{1.2.2^2}\cdot\frac{x^{r+5}}{\varrho^7} & - \frac{3.5.7.9}{1.2.3.2^3}\cdot\frac{x^{r+7}}{\varrho^9} & + \Big\}\cdot\frac{2dx}{1}\cdot\cos u \\
\quad + \frac{5.7}{1}\cdot & - \frac{5.7.9}{1.2^1}\cdot & + \frac{5.7.9.11}{1.2.2^2}\cdot & - \Big\}\cdot\frac{2dx}{2}\cdot\cos^3 u \\
 & + \frac{7.9.11}{1}\cdot & - \frac{7.9\ldots13}{1.2^1}\cdot & + \Big\}\cdot\frac{2dx}{2.4}\cdot\cos^5 u \\
 & & + \frac{9.11\ldots15}{1}\cdot & - \Big\}\cdot\frac{2dx}{2.4.6}\cdot\cos^7 u
\end{array}$$

Auf nämliche Weise löse man die Glieder in der Reihe S in unendliche Reihen auf, und multiplicire sie mit $x^{r+1}dx$, so wird

$$x^{r+1}dx\,[(P-Q)^{-\frac{3}{2}} + (P+Q)^{-\frac{3}{2}}] = S x^{r+1} dx$$

$$\begin{array}{llllll}
(B) = \frac{1}{1}\cdot\frac{x^{r+1}}{\varrho^3} & - \frac{1.3}{1.2^1}\cdot\frac{x^{r+3}}{\varrho^5} & + \frac{1.3.5}{1.2.2^2}\cdot\frac{x^{r+5}}{\varrho^7} & - \frac{1.3.5.7}{1.2.3.2^3}\cdot\frac{x^{r+7}}{\varrho^9} & + \Big\}\cdot\frac{2dx}{1} \\
\quad + \frac{3.5}{1}\cdot & - \frac{3.5.7}{1.2^1}\cdot & + \frac{3.5.7.9}{1.2.2^2}\cdot & - \Big\}\cdot\frac{2dx}{2}\cdot\cos^2 u \\
 & + \frac{5.7.9}{1}\cdot & - \frac{5.7.9.11}{1.2^1}\cdot & + \Big\}\cdot\frac{2dx}{2.4}\cdot\cos^4 u \\
 & & + \frac{7.9\ldots15}{1}\cdot & - \Big\}\cdot\frac{2dx}{2.4.6}\cdot\cos^6 u
\end{array}$$

Das Integrale von A wird $= \varrho \int x^r dx \,.\, D =$

$$
\begin{array}{llll}
+\frac{3}{r+2}\cdot\frac{x^{r+2}}{\rho^3}-\frac{3\cdot5}{1.2^1(r+4)}\cdot\frac{x^{r+4}}{\rho^5}+\frac{3\cdot5\cdot7}{1.2.2^2(r+6)}\cdot\frac{x^{r+6}}{\rho^7}-\frac{3\cdot5\cdot7\cdot9}{1.2.3.2^3(r+8)}\cdot\frac{x^{r+8}}{\rho^9}\Big\}.2.\cos u \\
\quad +\frac{5\cdot7}{r+4}\cdot\quad-\frac{5\cdot7\cdot9}{1.2^1(r+6)}\cdot\quad+\frac{5\cdot7\cdot9.11}{1.2.2^2(r+8)}\cdot\Big\}.\frac{2}{2}.\cos^3 u \\
\quad\quad +\frac{7\cdot9\cdot11}{r+6}\cdot\quad-\frac{7\cdot9\cdot11\cdot13}{1.2^1(r+8)}\cdot\Big\}.\frac{2}{2\cdot4}.\cos^5 u \\
\quad\quad\quad +\frac{9.11.13\cdot15}{r+8}\cdot\Big\}.\frac{2}{2\cdot4\cdot6}.\cos^7 u
\end{array}
$$

Das Integrale von B wird $= \int x^{r+1}dx.S =$

$$
\begin{array}{llll}
+\frac{1}{r+2}\cdot\frac{x^{r+2}}{\rho^3}-\frac{1.3}{1.2^1(r+4)}\cdot\frac{x^{r+4}}{\rho^5}+\frac{1.3.5}{1.2.2^2(r+6)}\cdot\frac{x^{r+6}}{\rho^7}-\frac{1.3.5.7}{1.2.3.2^3(r+8)}\cdot\frac{x^{r+8}}{\rho^9}\Big\}.2 \\
\quad +\frac{3.5}{r+4}\cdot\quad-\frac{3.5.7}{1.2^1(r+6)}\cdot\quad+\frac{3.5.7.9}{1.2.2^2(r+8)}\cdot\Big\}.\frac{2}{2}.\cos^2 u \\
\quad\quad +\frac{5\cdot7\cdot9}{r+6}\cdot\quad-\frac{5\cdot7\cdot9\cdot11}{1.2^1(r+8)}\cdot\Big\}.\frac{2}{2.4}.\cos^4 u \\
\quad\quad\quad +\frac{7\cdot9\cdot11.13}{r+8}\cdot\Big\}.\frac{2}{2.4.6}.\cos^6 u
\end{array}
$$

Multiplicirt man das Integrale von A mit $\sin\omega\,.\,\sin u$, und setzt $\frac{1}{2}\sin 2u$ für $\sin u\,.\,\cos u$, so bekommt man $\rho\,.\,\sin\omega\,.\,\sin u\,.\int x^r dx\,.\,D =$

$$
\sin 2u.\left\{
\begin{array}{l}
+\alpha=\frac{3}{r+2}\cdot\frac{x^{r+2}}{\rho^3}-\frac{3.5}{1.2^1(r+4)}\cdot\frac{x^{r+4}}{\rho^5}+\frac{3.5\cdot7}{1.2.2^2(r+6)}\cdot\frac{x^{r+6}}{\rho^7}-\frac{3.5.7.9}{1.2.3.2^3(r+8)}\cdot\frac{x^{r+8}}{\rho^9}\Big\} \\
+\beta=\quad+\frac{5\cdot7}{r+4}\cdot\quad-\frac{5\cdot7\cdot9}{1.2^1(r+6)}\cdot\quad+\frac{5\cdot7\cdot9\cdot11}{1.2.2^2(r+8)}\cdot\Big\}.\frac{1}{2}.\cos^2 u \\
+\gamma=\quad\quad+\frac{7\cdot9\cdot11}{r+6}\cdot\quad-\frac{7\ldots13}{1.2^1(r+8)}\cdot\Big\}.\frac{1}{2.4}.\cos^4 u \\
+\delta=\quad\quad\quad+\frac{9\ldots15}{r+8}\cdot\Big\}.\frac{1}{2\,4.6}.\cos^6 u
\end{array}
\right.
$$

Multiplicirt man das Integrale von B mit $\cos\omega$ und das Integrale von A mit $\cos\omega\,.\,\cos u$, und zieht letzteres vom ersteren ab, so bekommt man $\cos\omega\,.\int x^{r+1}dx\,.\,S - \rho\cos\omega\,.\,\cos u\,.\int x^r dx\,.\,D =$

$$=\cos u.\left\{\begin{array}{l}
+a = \frac{1}{r+2}\cdot\frac{x^{r+2}}{\rho^3} - \frac{1\cdot 3}{1\cdot 2^1(r+4)}\cdot\frac{x^{r+4}}{\rho^5} + \frac{1\cdot 3\cdot 5}{1\cdot 2\cdot 2^2(r+6)}\cdot\frac{x^{r+6}}{\rho^7} - \frac{1\cdot 3\cdot 5\cdot 7}{1\cdot 2\cdot 3\cdot 2^3(r+8)}\cdot\frac{x^{r+8}}{\rho^9} \Big\} 2 \\
+b = -\frac{3\cdot 2}{r+2}\cdot \quad + \frac{3\cdot 5\cdot 4}{1\cdot 2^1(r+4)}\cdot \quad - \frac{3\cdot 5\cdot 7\cdot 6}{1\cdot 2\cdot 2^2(r+6)}\cdot \quad + \frac{3\cdot 5\cdot 7\cdot 9\cdot 8}{1\cdot 2\cdot 3\cdot 2^3(r+8)}\cdot \Big\} \frac{2}{2}\cdot\cos^2 u \\
+c = \quad - \frac{5\cdot 7\cdot 4}{r+4}\cdot \quad + \frac{5\cdot 7\cdot 9\cdot 6}{1\cdot 2^1(r+6)}\cdot \quad - \frac{5\cdot 7\ldots 11\cdot 8}{1\cdot 2\cdot 2^2(r+8)}\cdot \Big\} \frac{2}{2\cdot 4}\cdot\cos^4 u \\
+d = \quad - \frac{7\cdot 9\cdot 11\cdot 6}{r+6}\cdot \quad + \frac{7\cdot 9\ldots 13\cdot 8}{1\cdot 2^1(r+8)}\cdot \Big\} \frac{2}{2\cdot 4\cdot 6}\cdot\cos^6 u \\
+e = \quad \frac{9\cdot 11\ldots 15\cdot 8}{r+8}\cdot \Big\} \frac{2}{2\cdot 4\cdot 6\cdot 8}\cdot\cos^8 u
\end{array}\right.$$

Benennt man nun die Summe dieser Reihen mit den Buchstaben α, β, γ.., a, b, c.., so ist

$$[\alpha+\beta\cos^2 u+\gamma\cos^4 u+\delta\cos^6 u+..]\sin 2u.\sin\omega = [a+b\cos^2 u+c\cos^4 u+..]\cos u$$

und

$$\cot\omega = \frac{[\alpha+\beta\cos^2 u+\gamma\cos^4 u+\delta\cos^6 u+\ldots].\sin 2u}{a+b\cos^2 u+c\cos^4 u+d\cos^6 u+\ldots}.$$

Zusatz 1. Die vorstehenden Reihen können dividirt werden mit $\frac{x^{r+2}}{\rho^3}$, und man erhält

$$\alpha = \frac{3}{r+2} - \frac{3.5}{2(r+4)}\cdot\frac{x^2}{\rho^2} + \ldots \quad a = \frac{2}{r+2} - \frac{3}{r+4}\cdot\frac{x^2}{\rho^2} + \ldots$$

$$\beta = \quad + \frac{5\cdot 7}{2(r+4)}\cdot\frac{x^2}{\rho^2} - \ldots \quad b = -\frac{3\cdot 2}{r+2} + \frac{3\cdot 5\cdot 4}{1.2(r+4)}\cdot\frac{x^2}{\rho^2} - \ldots$$

$$c = \quad - \frac{5\cdot 7\cdot 4}{(r+4)}\cdot\frac{x^2}{\rho^2} + \ldots$$

Ist nun $\frac{x}{\rho} = \frac{MC}{BC}$ ein sehr kleiner Bruch, d. h. ist der Nadel Abstand BC vom Mittelpunkte des Magneten sehr groſs im Vergleiche mit der halben Magnetaxe CM, so können die Glieder der Reihen, welche mit $\left(\frac{x}{\rho}\right)^2$ und den höheren Potenzen dieses Bruches multiplicirt sind, unberücksichtigt bleiben. Man bekommt alsdann

$$\frac{3}{r+2} \cdot \sin 2u \,.\, \sin \omega = \left(\frac{2}{r+2} - \frac{6}{r+2} \cdot \cos^2 u\right) \cos \omega,$$

oder durch Multiplication mit $r+2$

$$3 \cdot \sin 2u \,.\, \sin \omega = (2 - 6 \cos^2 u) \cos \omega,$$

folglich

$$\cot \omega = \frac{3 \cdot \sin 2u}{2 - 6 \cos^2 u} = - \frac{\sin 2u}{2 \cos^2 u - \frac{2}{3}} = \frac{- \sin 2u}{\cos 2u + \frac{1}{3}},$$

welches die obenangeführte von *Humboldt und Biot* angegebene Formel ist. Hieraus ergiebt sich, *daſs in groſsen Abständen die Vertheilung der magnetischen Kräfte in der Magnetaxe oder das zweyte magnetische Elementargesetz, welches durch den Werth von r bestimmt wird, keinen merklichen Einfluſs auf den Winkel ω habe.*

Zusatz 2. Setzt man $r = 1$, so bekommt man

$$\begin{array}{lllll}
\alpha = \frac{1}{1} \cdot \frac{x^3}{\rho^3} & - \frac{5}{2} \cdot \frac{x^5}{\rho^5} & + \frac{15}{8} \cdot \frac{x^7}{\rho^7} & - \frac{35}{16} \cdot \frac{x^9}{\rho^9} & + \ldots \\
\beta = & + \frac{7}{2} \cdot & - \frac{45}{4} \cdot & + \frac{385}{16} \cdot & - \\
\gamma = & & + \frac{99}{8} \cdot & - \frac{1001}{16} \cdot & + \\
\delta = & & & + \frac{715}{16} \cdot & -
\end{array}$$

$$\begin{array}{llllll}
a = & \frac{2}{5} \cdot \frac{x^3}{\rho^3} & - \frac{5}{5} \cdot \frac{x^5}{\rho^5} & + \frac{15}{28} \cdot \frac{x^7}{\rho^7} & - \frac{35}{72} \cdot \frac{x^9}{\rho^9} & + \\
b = & - 2 \,. & + 6 \,. & - \frac{45}{4} \cdot & + \frac{35}{2} \cdot & - \\
c = & & - 7 \cdot & + \frac{135}{4} \cdot & - \frac{385}{4} \cdot & + \\
d = & & & - \frac{99}{4} \cdot & + \frac{1001}{6} \cdot & - \\
e = & & & & - \frac{715}{8} \cdot & +
\end{array}$$

Setzt man $r = 2$, so wird

$$\begin{array}{llllllll}
\alpha = & & \frac{5}{4}\cdot\frac{x^4}{\rho^3} & -\frac{5}{4}\cdot\frac{x^6}{\rho^5} & +\frac{105}{64}\cdot\frac{x^8}{\rho^7} & -\frac{63}{32}\cdot\frac{x^{10}}{\rho^9} & +\frac{1155}{512}\cdot\frac{x^{12}}{\rho^{11}} & - \\
\beta = & & & +\frac{35}{12}\cdot & -\frac{315}{32}\cdot & +\frac{693}{32}\cdot & -\frac{5005}{128}\cdot & + \\
\gamma = & & & & +\frac{693}{64}\cdot & -\frac{9009}{160}\cdot & +\frac{45045}{256}\cdot & - \\
\delta = & & & & & +\frac{1287}{32}\cdot & -\frac{36465}{128}\cdot & + \\
\varepsilon = & & & & & & +\frac{230945}{1536}\cdot & - \\
a = & & \frac{1}{2}\cdot\frac{x^4}{\rho^3} & -\frac{1}{2}\cdot\frac{x^6}{\rho^5} & +\frac{15}{32}\cdot\frac{x^8}{\rho^7} & -\frac{7}{16}\cdot\frac{x^{10}}{\rho^9} & +\frac{105}{256}\cdot\frac{x^{12}}{\rho^{11}} & - \\
b = & -\frac{5}{2}\cdot & +\frac{5}{1}\cdot & -\frac{315}{32}\cdot & +\frac{63}{4}\cdot & -\frac{5775}{256}\cdot & & + \\
c = & & -\frac{35}{6}\cdot & +\frac{945}{32}\cdot & -\frac{693}{8}\cdot & +\frac{25025}{128}\cdot & & - \\
d = & & & -\frac{693}{32}\cdot & +\frac{3003}{20}\cdot & -\frac{75075}{128}\cdot & & + \\
e = & & & & -\frac{1287}{16}\cdot & +\frac{182325}{256}\cdot & & - \\
f = & & & & & -\frac{230945}{768}\cdot & & +
\end{array}$$

u. s. w.

§. 21. Um die Rechnung noch mehr zu erleichtern, drücken wir diese Formel durch Cosinus der Vielfachen des Winkels u aus, anstatt durch Potenzen vom Cosinus des einfachen Winkels.

Nun ist

$$\cos^n u = \frac{1}{2^n}\left\{\cos nu + n\cdot\cos(n-2)u + \frac{n(n-1)}{1.2}\cdot\cos(n-4)u + \ldots + \frac{n(n-1)\ldots(n-m+1)}{1.2\ldots m}\cos(n-2m)u\right\}$$

wo die Reihe abbricht, wenn $n - m + 1 = 0$, das ist $m = n + 1$ wird, oder, weil n hier eine gerade Zahl ist:

$$\cos^n u = \frac{1}{2^{n-1}}\left\{\cos nu + \frac{n}{1}\cos(n-2)u + \frac{n(n-1)}{1.2}\cos(n-4)u + \ldots + \frac{n(n-1)\ldots(\frac{1}{2}n+2)}{1.2\ldots(\frac{1}{2}n-1)}\cos 2u\right\} + \frac{n(n-1)(n-2)\ldots(\frac{1}{2}n+1)}{1.2.3\ldots\frac{1}{2}n.2^n}.$$

Also ist

$$\begin{array}{llllllll}
\cos^2 u = & \frac{1}{2} & + \frac{1}{2}\cos 2u \\
\cos^4 u = & \frac{3}{8} & + \frac{1}{2}\text{ — } & + \frac{1}{8}\cos 4u \\
\cos^6 u = & \frac{5}{16} & + \frac{15}{32}\text{ — } & + \frac{3}{16}\text{ — } & + \frac{1}{32}\cos 6u \\
\cos^8 u = & \frac{35}{128} & + \frac{7}{16}\text{ — } & + \frac{7}{32}\text{ — } & + \frac{1}{16}\text{ — } & + \frac{1}{128}\cos 8u \\
\cos^{10} u = & \frac{63}{256} & + \frac{105}{256}\text{ — } & + \frac{15}{64}\text{ — } & + \frac{45}{512}\text{ — } & + \frac{5}{256}\text{ — } & + \frac{1}{512}\cos 10u \\
\cos^{12} u = & \frac{231}{1024} & + \frac{99}{256}\text{ — } & + \frac{495}{2048}\text{ — } & + \frac{55}{512}\text{ — } & + \frac{33}{1024}\text{ — } & + \frac{3}{512}\text{ — } & + \frac{1}{2048}\cos 12u.
\end{array}$$

Substituirt man diese Werthe der Potenzen von $\cos u$ in den Reihen der Zähler, so bekommt man

$$\begin{array}{llllll}
\alpha = & \alpha \\
\beta\cos^2 u = & \frac{1}{2}\beta & + \frac{1}{2}\beta\cos 2u \\
\gamma\cos^4 u = & \frac{3}{8}\gamma & + \frac{1}{2}\gamma\text{ — } & + \frac{1}{8}\gamma\cos 4u \\
\delta\cos^6 u = & \frac{5}{16}\delta & + \frac{15}{32}\delta\text{ — } & + \frac{3}{16}\delta\text{ — } & + \frac{1}{32}\delta\cos 6u \\
\varepsilon\cos^8 u = & \frac{35}{128}\varepsilon & + \frac{7}{16}\varepsilon\text{ — } & + \frac{7}{32}\varepsilon\text{ — } & + \frac{1}{16}\varepsilon\text{ — } & + \frac{1}{128}\varepsilon\cos 8u \\
\text{— — =} & \text{—} & \text{— —} & \text{— —} & \text{— —} & \text{— —} \\
\hline
\end{array}$$

oder
$$A + B\cos 2u + C\cos 4u + D.\cos 6u + E\cos 8u + \ldots$$
$$= \alpha + \beta\cos^2 u + \gamma\cos^4 u + \delta\cos^6 u + \varepsilon\cos^8 u + \ldots,$$
wenn man die Summe der ersten vertikalen Reihe $= A$, die Summe der zweyten $= B$, der dritten $= C$ u. s. w. setzt.

Setzt man auf gleiche Weise im Nenner $a + \frac{1}{2}b + \frac{3}{8}c + \frac{5}{16}d + \ldots = \mathfrak{A}$; $\frac{1}{2}b + \frac{1}{2}c + \frac{15}{32}d + \ldots = \mathfrak{B}$; $\frac{1}{8}c + \frac{3}{16}d + \ldots = \mathfrak{C}$; $\frac{1}{32}d + \ldots = \mathfrak{D}$, u. s. w., so bekommt man

$$a + b\cos^2 u + c\cos^4 u + d\cos^6 u + \ldots = \mathfrak{A} + \mathfrak{B}\cos 2u + \mathfrak{C}\cos 4u + \mathfrak{D}\cos 6u.$$

So findet man

$$A = \frac{3}{r+2} \cdot \frac{x^{r+2}}{\rho^3} + \frac{5}{4(r+4)} \cdot \frac{x^{r+4}}{\rho^5} + \frac{399}{64(r+6)} \cdot \frac{x^{r+6}}{\rho^7} + \frac{801}{256(r+8)} \cdot \frac{x^{r+8}}{\rho^9} + \frac{152515}{16384(r+10)} \cdot \frac{x^{r+10}}{\rho^{11}} + \frac{338637}{65536(r+12)}$$

$$B = \qquad + \frac{35}{4(r+4)} \cdot \qquad + \frac{63}{16(r+6)} \cdot \qquad + \frac{7821}{512(r+8)} \cdot \qquad + \frac{16445}{2048(r+10)} \cdot \qquad + \frac{1403805}{65536(r+12)}$$

$$C = \qquad + \frac{693}{64(r+6)} \cdot \qquad + \frac{1287}{256(r+8)} \cdot \qquad + \frac{72215}{4096(r+10)} \cdot \qquad + \frac{155805}{16384(r+12)}$$

$$D = \qquad + \frac{6435}{512(r+8)} \cdot \qquad + \frac{12155}{2048(r+10)} \cdot \qquad + \frac{2582385}{131072(r+12)}$$

$$E = \qquad + \frac{230945}{16384(r+10)} \cdot \qquad + \frac{440895}{65536(r+12)} \cdot$$

$$F = \qquad + \frac{2028117}{131072(r+12)}$$

$$\mathfrak{A} = -\frac{1}{r+2} \cdot \frac{x^{r+2}}{\rho^3} - \frac{9}{8(r+4)} \cdot \frac{x^{r+4}}{\rho^5} - \frac{75}{64(r+6)} \cdot \frac{x^{r+6}}{\rho^7} - \frac{1225}{1024(r+8)} \cdot \frac{x^{r+8}}{\rho^9} - \frac{19845}{16384(r+10)} \cdot \frac{x^{r+10}}{\rho^{11}} - \frac{160083}{131072(r+12)}$$

$$\mathfrak{B} = -\frac{3}{r+2} \cdot \qquad - \frac{5}{2(r+4)} \cdot \qquad - \frac{315}{128(r+6)} \cdot \qquad - \frac{315}{128(r+8)} \cdot \qquad - \frac{40425}{16384(r+10)} \cdot \qquad - \frac{81081}{32768(r+12)}$$

$$\mathfrak{C} = \qquad - \frac{35}{8(r+4)} \cdot \qquad - \frac{189}{64(r+6)} \cdot \qquad - \frac{693}{256(r+8)} \cdot \qquad - \frac{10725}{4096(r+10)} \cdot \qquad - \frac{675675}{262144(r+12)}$$

$$\mathfrak{D} = \qquad - \frac{693}{128(r+6)} \cdot \qquad - \frac{429}{128(r+8)} \cdot \qquad - \frac{96525}{32768(r+10)} \cdot \qquad - \frac{182325}{65536(r+12)} \cdot$$

$$\mathfrak{E} = \qquad - \frac{6435}{1024(r+8)} \cdot \qquad - \frac{60775}{16384(r+10)} \cdot \qquad - \frac{415701}{131072(r+12)} \cdot$$

$$\mathfrak{F} = \qquad - \frac{230945}{32768(r+10)} \cdot \qquad - \frac{264537}{65536(r+12)} \cdot$$

$$\mathfrak{G} = \qquad - \frac{2028117}{262144(r+12)} \cdot$$

Setzt man hierin $r = 2$ und $x = 1$, so findet man

$$A = \frac{3}{4\varrho^3} + \frac{5}{24\varrho^5} + \frac{599}{512\varrho^7} + \frac{801}{2560\varrho^9} + \frac{152515}{196608\varrho^{11}} + \frac{558637}{917504\varrho^{13}} + \ldots$$

$$B = + \frac{35}{24\varrho^5} + \frac{63}{128\varrho^7} + \frac{7821}{5120\varrho^9} + \frac{16445}{245760\varrho^{11}} + \frac{1403805}{917504\varrho^{13}} + \ldots$$

$$C = + \frac{693}{512\varrho^7} + \frac{1287}{2560\varrho^9} + \frac{72215}{49152\varrho^{11}} + \frac{155805}{229367\varrho^{13}} + \ldots$$

$$D = + \frac{1287}{1024\varrho^9} + \frac{12155}{24576\varrho^{11}} + \frac{2582385}{1835008\varrho^{13}} + \ldots$$

$$E = + \frac{230945}{196608\varrho^{11}} + \frac{62985}{131072\varrho^{13}} + \ldots$$

$$F = + \frac{289731}{262144\varrho^{13}} + \ldots$$

$$\mathfrak{A} = - \frac{1}{4\varrho^3} - \frac{3}{16\varrho^5} - \frac{75}{512\varrho^7} - \frac{245}{2048\varrho^9} - \frac{6615}{65536\varrho^{11}} - \frac{22869}{262144\varrho^{13}} - \ldots$$

$$\mathfrak{B} = - \frac{3}{4\varrho^3} - \frac{5}{12\varrho^5} - \frac{315}{1024\varrho^7} - \frac{63}{256\varrho^9} - \frac{13475}{65536\varrho^{11}} - \frac{11583}{65536\varrho^{13}} - \ldots$$

$$\mathfrak{C} = - \frac{35}{48\varrho^5} - \frac{189}{512\varrho^7} - \frac{693}{2560\varrho^9} - \frac{3575}{16384\varrho^{11}} - \frac{96525}{524288\varrho^{13}} - \ldots$$

$$\mathfrak{D} = - \frac{693}{1024\varrho^7} - \frac{429}{1280\varrho^9} - \frac{32175}{131072\varrho^{11}} - \frac{182325}{917504\varrho^{13}} - \ldots$$

$$\mathfrak{E} = - \frac{1287}{2048\varrho^9} - \frac{60775}{196608\varrho^{11}} - \frac{415701}{1835008\varrho^{13}} - \ldots$$

$$\mathfrak{F} = - \frac{230945}{393216\varrho^{11}} - \frac{37791}{131072\varrho^{13}} - \ldots$$

$$\mathfrak{G} = - \frac{289731}{524288\varrho^{13}} - \ldots$$

Nach diesen Reihen ist

$$\cot\omega = \frac{(A + B\cos 2u + C\cos 4u + D\cos 6u + \ldots)\sin 2u}{\mathfrak{A} + \mathfrak{B}\cos 2u + \mathfrak{C}\cos 4u + \mathfrak{D}\cos 6u + \ldots}.$$

II. Ist $r = 2$, so wird

$$dv = -\frac{mn}{b}(a - b.\tang\mu)^2 . \sin(\mu + \omega)\,d\mu,$$

$$dv' = \frac{mn}{b}(b.\tang\nu - a)^2 . \sin(\nu + \omega)\,d\nu.$$

Quadrirt man nun $a - b.\tang\mu$, und löset $\sin(\omega + \mu)$ in seine Theile auf, so erhält man

$$dv = -mn\left\{b\cos\omega.\frac{\sin^3\mu}{\cos^2\mu} - (2a\cos\omega - b\sin\omega)\frac{\sin^2\mu}{\cos\mu} + \left(\frac{a^2}{b}\cos\omega - 2a\sin\omega\right)\sin\mu + \frac{a^2}{b}\sin\omega.\cos\mu\right\}d\mu,$$

also

$$v = -mn\left\{b\cos\omega(\sec\mu + \cos\mu) - (2a\cos\omega - b\sin\omega)\left(\log\frac{1+\sin\mu}{\cos\mu} - \sin\mu\right) - \left(\frac{a^2}{b}\cos\omega - 2a\sin\omega\right)\cos\mu + \frac{a^2}{b}\sin\omega.\sin\mu + C\right\},$$

$$= -mn\left\{b(\sec\mu + \cos\mu) - 2a\left(\log\frac{1+\sin\mu}{\cos\mu} - \sin\mu\right) - \frac{a^2}{b}\cos\mu\right\}\cos\omega$$
$$- mn\left\{b\left(\log\frac{1+\sin\mu}{\cos\mu} - \sin\mu\right) + 2a\cos\mu + \frac{a^2}{b}\sin\mu\right\}\sin\omega - mnC,$$

$$= -mnR.\cos\omega - mnS.\sin\omega - mnC.$$

Da $(b\tang\nu - a)^2 = (a - b\tang\nu)^2$, so findet man auf gleiche Weise

$$v' = mn\left\{b(\sec\nu + \cos\nu) - 2a\left(\log\frac{1+\sin\nu}{\cos\nu} - \sin\nu\right) - \frac{a^2}{b}\cos\nu\right\}\cos\omega$$
$$+ mn\left\{b\left(\log\frac{1+\sin\nu}{\cos\nu} - \sin\nu\right) + 2a\cos\nu + \frac{a^2}{b}\sin\nu\right\}\sin\omega + mnC',$$

$$= mnT.\cos\omega + mnU.\sin\omega + mnC'.$$

Im Gleichgewichte ist $v = v'$, oder $v - v' = 0$

$$= -mn(R + T)\cos\omega - mn(S + U)\sin\omega - mn(C + C').$$

Aber wenn man $x = 0$ setzt, so wird v und $v' = 0$, und $\mu = \nu = x$; also $C = C'$, und $-mn(C + C') = -2mnC$

$$= mn\left\{2b(\sec \varkappa + \cos \varkappa) - 4a\left(\log \frac{1+\sin \varkappa}{\cos \varkappa} - \sin \varkappa\right) - \frac{2a^2}{b}\cos \varkappa\right\}\cos \omega$$

$$+ mn\left\{2b\left(\log \frac{1+\sin \varkappa}{\cos \varkappa} - \sin \varkappa\right) + 4a\cos \varkappa + \frac{2a^2}{b}\sin \varkappa\right\}\sin \omega$$

$$= mnX \cdot \cos \omega + mnY \cdot \sin \omega.$$

Man hat also

$$o = mn(X - R - T)\cos \omega + mn(Y - S - U)\sin \omega,$$

oder wenn man mit $mn \sin \omega$ dividirt

$$o = (X - R - T)\cot \omega + Y - S - U, \text{ und } \cot \omega = \frac{Y - S - U}{R + T - X}$$

Nun ist $\frac{1+\sin \mu}{\cos \mu} = \left(\frac{1+\sin \mu}{1-\sin \mu}\right)^{\frac{1}{2}} = \operatorname{tang}(45^\circ + \tfrac{1}{2}\mu) = \operatorname{tang}\tfrac{1}{2}\mathrm{BMC} = \operatorname{tang}\tfrac{1}{2}t$;

ebenfalls ist $\frac{1+\sin \nu}{\cos \nu} = \operatorname{tang}(45^\circ + \tfrac{1}{2}\nu) = \cot(45^\circ - \tfrac{1}{2}\nu) = \cot \tfrac{1}{2}\mathrm{BNC}$

$= \cot \tfrac{1}{2}v$; endlich ist $\frac{1+\sin \varkappa}{\cos \varkappa} = \cot(45^\circ - \tfrac{1}{2}\varkappa) = \cot \tfrac{1}{2}u$. Dividirt man nun Zähler und Nenner mit a, und setzt obige Werthe ein, zugleich $\operatorname{tang} \varkappa$ für $\frac{a}{b}$, $\cot \varkappa$ für $\frac{b}{a}$, so erhält man den Zähler $= \frac{Y - S - U}{a}$

$$= \cot \varkappa \log\left(\frac{\cot^2(\tfrac{1}{2}u)}{\operatorname{tang}\tfrac{1}{2}t \cdot \cot \tfrac{1}{2}v}\right) + \cot \varkappa(\sin \mu + \sin \nu) + 2\sec \varkappa - 2(\cos \mu + \cos \nu)$$
$$- \operatorname{tang} \varkappa(\sin \mu + \sin \nu);$$

und den Nenner $= \frac{R + T - X}{a}$

$$= \cot \varkappa(\sec \mu + \sec \nu + \cos \mu + \cos \nu) + 2\log\left(\frac{\cot^2(\tfrac{1}{2}u)}{\operatorname{tang}\tfrac{1}{2}t \cdot \cot \tfrac{1}{2}v}\right) + 2(\sin \mu + \sin \nu)$$
$$- \operatorname{tang} \varkappa(\cos \mu + \cos \nu) - 4\operatorname{cosec} \varkappa.$$

Multiplicirt man ferner Zähler und Nenner mit $\sin \varkappa$, so wird der Zähler

$$= \mathfrak{Z} = \frac{(Y - S - U) \cdot \sin \varkappa}{a}$$

$$= \cos \varkappa \log\left(\frac{\cot^2(\tfrac{1}{2}u)}{\operatorname{tang}\tfrac{1}{2}t \cdot \cot \tfrac{1}{2}v}\right) + \sin(\nu - \varkappa) - \sin(\varkappa - \mu)$$
$$- \operatorname{tang} \varkappa\,[\cos(\varkappa - \mu) + \cos(\nu - \varkappa)] + 2\operatorname{tang} \varkappa,$$

und der Nenner $= \mathfrak{N} = \frac{(R + T - X) \cdot \sin \varkappa}{a}$

$$= \cos \varkappa (\sec \mu + \sec \nu) + \cos (\varkappa - \mu) + \cos (\nu - \varkappa) - \operatorname{tg} \varkappa [\sin (\varkappa - \mu) - \sin (\nu - \varkappa)] + 2 \sin \varkappa \log \left(\frac{\cot^2 (\frac{1}{2} u)}{\operatorname{tang} \frac{1}{2} t \cdot \cot \frac{1}{2} v} \right) - 4;$$

also (γ) $\cot \omega = \frac{\mathfrak{Z}}{\mathfrak{N}}$

$$= \frac{\sin u \cdot \log \frac{\cot^2 (\frac{1}{2} u)}{\operatorname{tang} \frac{1}{2} t \cdot \cot \frac{1}{2} v} + \cot u (2 - \cos r - \cos s) + \sin s - \sin r}{2 \cos u . \log \frac{\cot^2 (\frac{1}{2} u)}{\operatorname{tg} \frac{1}{2} t . \cot \frac{1}{2} v} - \cot u (\sin r - \sin s) + \sin u (\operatorname{cosec} t + \operatorname{cosec} v) + \cos r + \cos s - 4}$$

oder wenn man Zähler und Nenner mit $\sin u$ multipliciret

(δ) $\cot \omega = \frac{\mathfrak{Z}'}{\mathfrak{N}'}$

$$= \frac{2 \cos u + \sin^2 u \log \frac{\cot^2 (\frac{1}{2} u)}{\operatorname{tang} \frac{1}{2} t \cdot \cot \frac{1}{2} v} - \cos (u - r) - \cos (u + s)}{\sin^2 u (\operatorname{cosec} t + \operatorname{cosec} v) + \sin 2u . \log \frac{\cot^2 (\frac{1}{2} u)}{\operatorname{tg} \frac{1}{2} t . \cot \frac{1}{2} v} + \sin (u + s) - \sin (r - u) - 4 \sin u}$$

§. 20. Da die in dem vorhergehenden §. gefundenen Formeln für $\cot \omega$ ziemlich beschwerlich für den Calcul sind, wollen wir sie in Reihen auflösen. Oben wurde gezeigt, daſs

$$dv = \frac{mnx^r dx . \sin (\mu + \omega)}{BM^2} = \frac{mnx^r dx (\sin \mu . \cos \omega + \cos \mu . \sin \omega)}{BM^2},$$

und

$$dv' = \frac{mnx^r dx . \sin (\nu + \omega)}{BN^2} = \frac{mnx^r dx (\sin \nu . \cos \omega + \cos \nu . \sin \omega)}{BN^2}.$$

Setzt man $CM = CN = x$, $CB = \varrho$, $BCM = u$, so ist im Dreiecke BCM, $BM^2 = CB^2 + CM^2 - 2BC . CM . \cos BCM = \varrho^2 + x^2 - 2\varrho x . \cos u$, und im Dreiecke BCN, $BN^2 = BC^2 + CN^2 - 2BC . CN . \cos BCN = \varrho^2 + x^2 + 2\varrho x . \cos u$. Ferner ist

$$\sin \mu = \frac{MP}{BM} = \frac{CP - CM}{BM} = \frac{\varrho \cos u - x}{BM};$$

$$\sin \nu = \sin \mathrm{NBP} = \frac{\mathrm{NP}}{\mathrm{NB}} = \frac{\mathrm{NC} + \mathrm{CP}}{\mathrm{NB}} = \frac{x + \varrho \cos u}{\mathrm{NB}};$$

$$\cos \mu = \frac{\mathrm{BP}}{\mathrm{BM}} = \frac{\varrho \sin u}{\mathrm{BM}}; \quad \cos \nu = \frac{\mathrm{BP}}{\mathrm{BN}} = \frac{\varrho \sin u}{\mathrm{BN}}.$$

Also ist

$$dv = \frac{mnx^r dx \cos \omega\,(\varrho \cos u - x)}{(\varrho^2 + x^2 - 2\varrho x \cos u)^{\frac{3}{2}}} + \frac{mnx^r dx \sin \omega \,.\, \varrho \sin u}{(\varrho^2 + x^2 - 2\varrho x \cos u)^{\frac{3}{2}}}$$

$$dv' = \frac{mnx^r dx \cos \omega\,(\varrho \cos u + x)}{(\varrho^2 + x^2 + 2\varrho x \cos u)^{\frac{3}{2}}} + \frac{mnx^r dx \sin \omega \,.\, \varrho \sin u}{(\varrho^2 + x^2 + 2\varrho x \cos u)^{\frac{3}{2}}}.$$

Setzt man $\varrho^2 + x^2 = P$, $2\varrho x \cos u = Q$, so ist

$$dv = mn(P - Q)^{-\frac{3}{2}} \,.\, (x^r \varrho \cos \omega \cos u - x^{r+1} \cos \omega + x^r \varrho \sin \omega \sin u)\, dx$$

$$dv' = mn(P + Q)^{-\frac{3}{2}} \,.\, (x^r \varrho \cos \omega \cos u + x^{r+1} \cos \omega + x^r \varrho \sin \omega \sin u)\, dx.$$

Aber wenn die unendlich kleine Magnetnadel in Ruhe ist, wird $v - v' = 0$; also hat man

$$\begin{aligned} 0 = {} & \int x^r dx \,.\, \varrho \cos \omega \cos u\, [(P - Q)^{-\frac{3}{2}} - (P + Q)^{-\frac{3}{2}}] \\ & - \int x^{r+1} dx \,.\, \cos \omega\, [(P - Q)^{-\frac{3}{2}} + (P +)^{-\frac{3}{2}} Q] \\ & + \int x^r dx \,.\, \varrho \sin \omega \sin u\, [(P - Q)^{-\frac{3}{2}} - (P + Q)^{-\frac{3}{2}}], \end{aligned}$$

oder, wenn man $(P - Q)^{-\frac{3}{2}} + (P + Q)^{-\frac{3}{2}} = S$, $(P - Q)^{-\frac{3}{2}} - (P + Q)^{-\frac{3}{2}} = D$ setzt,

$$\varrho \sin \omega \sin u \,.\, \int x^r dx \,.\, D = \cos \omega \,.\, \int x^{r+1} dx \,.\, S - \varrho \cos \omega \cos u \,.\, \int x^r dx \,.\, D.$$

Nach der binomischen Formel ist

$$(P - Q)^{-\frac{3}{2}} = P^{-\frac{3}{2}} + \frac{3}{1.2^1} P^{-\frac{5}{2}} Q + \frac{3.5}{1.2.2^2} P^{-\frac{7}{2}} Q^2 + \frac{3.5.7}{1.2.3.2^3} P^{-\frac{9}{2}} Q^3 + \ldots$$

$$(P + Q)^{-\frac{3}{2}} = P^{-\frac{3}{2}} - \frac{3}{1.2^1} P^{-\frac{5}{2}} Q + \frac{3.5}{1.2.2^2} P^{-\frac{7}{2}} Q^2 - \frac{3.5.7}{1.2.3.2^3} P^{-\frac{9}{2}} Q^3 + \ldots$$

$$D = 2\left\{\frac{3}{1.2^1} P^{-\frac{5}{2}} Q + \frac{3.5.7}{1.2.3.2^3} P^{-\frac{9}{2}} Q^3 + \frac{3.5\ldots11}{1.2\ldots5.2^5} P^{-\frac{13}{2}} Q^5 + \right\}$$

$$S = 2\left\{P^{-\frac{3}{2}} + \frac{3.5}{1.2.2^2} P^{-\frac{7}{2}} Q^2 + \frac{3.5\ldots9}{1.2\ldots4.2^4} P^{-\frac{11}{2}} Q^4 + \right\}.$$

Die Reihe D soll hierauf mit $\varrho x^r dx$ multiplicirt werden; aber da $P = \varrho^2 + x^2$,

so kann man jedes ihrer Glieder wieder in eine unendliche Reihe auflösen. Nun ist

$$(\varrho^2+x^2)^{-\frac{n}{2}}=\frac{1}{\varrho^n}-\frac{n}{1.2^1}\cdot\frac{x^2}{\varrho^{n+2}}+\frac{n(n+2)}{1.2.2^2}\cdot\frac{x^4}{\varrho^{n+4}}-\frac{n(n+2)(n+4)}{1.2.3.2^3}\cdot\frac{x^6}{\varrho^{n+6}}+$$

Setzt man in dieser Reihe nach und nach $n=5$, $n=9$, $n=13$ u. s. w., so erhält man $P^{-\frac{5}{2}}$, $P^{-\frac{9}{2}}$, $P^{-\frac{13}{2}}$. Werden diese Reihen mit den gehörigen Coefficienten $5Q$, $\frac{3.5.7}{1.2.3.2^2}Q^3$, $\frac{3.5\ldots 11}{1.2\ldots 5.2^4}Q^5$ (wo $Q=2\varrho x\cos u$) und mit $\varrho x^r dx$ multiplicirt, so wird

$$\varrho x^r dx\,[(P-Q)^{-\frac{1}{2}}-(P+Q)^{-\frac{1}{2}}]=\varrho D x^r dx$$

$$\text{(A)}=\left.\frac{5}{1}\cdot\frac{x^{r+1}}{\varrho^3}-\frac{5.5}{1.2^1}\cdot\frac{x^{r+3}}{\varrho^5}+\frac{5.5.7}{1.2.2^2}\cdot\frac{x^{r+5}}{\varrho^7}-\frac{5.5.7.9}{1.2.3.2^3}\cdot\frac{x^{r+7}}{\varrho^9}+\right\}\cdot\frac{2dx}{1}\cdot\cos u$$

$$\left.+\frac{5.7}{1}\cdot\quad-\frac{5.7.9}{1.2^1}\cdot\quad+\frac{5.7.9.11}{1.2.2^2}\cdot\quad-\right\}\cdot\frac{2dx}{2}\cdot\cos^3 u$$

$$\left.+\frac{7.9.11}{1}\cdot\quad-\frac{7.9..13}{1.2^1}\cdot\quad+\right\}\cdot\frac{2dx}{2.4}\cdot\cos^5 u$$

$$\left.+\frac{9.11..15}{1}\cdot\quad-\right\}\cdot\frac{2dx}{2.4.6}\cdot\cos^7 u$$

Auf nämliche Weise löse man die Glieder in der Reihe S in unendliche Reihen auf, und multiplicire sie mit $x^{r+1}dx$, so wird

$$x^{r+1}dx\,[(P-Q)^{-\frac{1}{2}}+(P+Q)^{-\frac{1}{2}}]=Sx^{r+1}dx$$

$$\text{(B)}=\left.\frac{1}{1}\cdot\frac{x^{r+1}}{\varrho^3}-\frac{1.3}{1.2^1}\cdot\frac{x^{r+3}}{\varrho^5}+\frac{1.3.5}{1.2.2^2}\cdot\frac{x^{r+5}}{\varrho^7}-\frac{1.3.5.7}{1.2.3.2^3}\cdot\frac{x^{r+7}}{\varrho^9}+\right\}\cdot\frac{2dx}{1}$$

$$\left.+\frac{3.5}{1}\cdot\quad-\frac{3.5.7}{1.2^1}\cdot\quad+\frac{3.5.7.9}{1.2.2^2}\cdot\quad-\right\}\cdot\frac{2dx}{2}\cdot\cos^2 u$$

$$\left.+\frac{5.7.9}{1}\cdot\quad-\frac{5.7.9.11}{1.2^1}\cdot\quad+\right\}\cdot 2dx$$

$$+\frac{7.9..13}{1}\cdot$$

Das Integrale von A wird $=\varrho\int x^r dx\cdot D=$

$$\left.\begin{array}{l}
+\frac{3}{r+2}\cdot\frac{x^{r+2}}{\varrho^3}-\frac{3\cdot5}{1.2^1(r+4)}\cdot\frac{x^{r+4}}{\varrho^5}+\frac{3\cdot5\cdot7}{1.2.2^2(r+6)}\cdot\frac{x^{r+6}}{\varrho^7}-\frac{3\cdot5\cdot7\cdot9}{1.2.3.2^3(r+8)}\cdot\frac{x^{r+8}}{\varrho^9}\end{array}\right\}.2.\cos u$$

$$+\frac{5\cdot7}{r+4}\cdot\quad-\frac{5\cdot7\cdot9}{1.2^1(r+6)}\cdot\quad+\frac{5\cdot7\cdot9\cdot11}{1.2.2^2(r+8)}\cdot\quad\Big\}.\frac{2}{2}.\cos^3 u$$

$$+\frac{7\cdot9\cdot11}{r+6}\cdot\quad-\frac{7\cdot9\cdot11\cdot13}{1.2^1(r+8)}\cdot\quad\Big\}.\frac{2}{2.4}.\cos^5 u$$

$$+\frac{9.11\cdot13\cdot15}{r+8}\cdot\quad\Big\}.\frac{2}{2.4.6}\cos^7 u$$

Das Integrale von B wird $=\int x^{r+1}dx.S=$

$$\left.+\frac{1}{r+2}\cdot\frac{x^{r+2}}{\varrho^3}-\frac{1.3}{1.2^1(r+4)}\cdot\frac{x^{r+4}}{\varrho^5}+\frac{1.3.5}{1.2.2^2(r+6)}\cdot\frac{x^{r+6}}{\varrho^7}-\frac{1.3.5.7}{1.2.3.2^3(r+8)}\cdot\frac{x^{r+8}}{\varrho^9}\right\}.2$$

$$+\frac{3.5}{r+4}\quad-\frac{3.5.7}{1.2^1(r+6)}\cdot\quad+\frac{3.5.7.9}{1.2.2^2(r+8)}\cdot\quad\Big\}.\frac{2}{2}.\cos^2 u$$

$$+\frac{5.7.9}{r+6}\cdot\quad-\frac{5.7.9.11}{1.2^1(r+8)}\cdot\quad\Big\}.\frac{2}{2.4}.\cos^4 u$$

$$+\frac{7.9.11.13}{r+8}\cdot\quad\Big\}.\frac{2}{2.4.6}.\cos^6 u$$

Multiplicirt man das Integrale von A mit $\sin\omega.\sin u$, und setzt $\frac{1}{2}\sin 2u$ für $\sin u.\cos u$, so bekommt man $\varrho.\sin\omega.\sin u.\int x^r dx.D=$

$$\left\{\begin{array}{l}
+\alpha=\frac{3}{r+2}\cdot\frac{x^{r+2}}{\varrho^3}-\frac{3.5}{1.2^1(r+4)}\cdot\frac{x^{r+4}}{\varrho^5}+\frac{3.5.7}{1.2.2^2(r+6)}\cdot\frac{x^{r+6}}{\varrho^7}-\frac{3.5.7.9}{1.2.3.2^3(r+8)}\cdot\frac{x^{r+8}}{\varrho^9}\Big\}\\
+\beta=\quad+\frac{5.7}{r+4}\cdot\quad-\frac{5.7.9}{1.2^1(r+6)}\cdot\quad+\frac{5.7.9.11}{1.2.2^2(r+8)}\cdot\quad\Big\}.\frac{1}{2}.\cos^2 u\\
+\gamma=\quad+\frac{7.9.11}{r+6}\cdot\quad-\frac{7\ldots13}{1.2^1(r+8)}\cdot\quad\Big\}.\frac{1}{2.4}.\cos^4 u\\
+\delta=\quad\ldots\quad\frac{9\ldots15}{r+8}\cdot\quad\Big\}.\frac{1}{2.4.6}.\cos^6 u
\end{array}\right.$$

Multiplicirt [illegible] Integrale von A mit $\cos\omega$ [illegible], so bekommt man $\cos\omega.\int$ [illegible]

$$= \cos\omega . \left\{ \begin{array}{l}
+ a = \frac{1}{r+2} \cdot \frac{x^{r+2}}{\varrho^3} - \frac{1.5}{1.2^1(r+4)} \cdot \frac{x^{r+4}}{\varrho^5} + \frac{1.3.5}{1.2.2^2(r+6)} \cdot \frac{x^{r+6}}{\varrho^7} - \frac{1.3.5.7}{1.2.3.2^3(r+8)} \cdot \frac{x^{r+8}}{\varrho^9} \Big\} 2 \\
+ b = -\frac{3.2}{r+2} \cdot \quad + \frac{1.3.5.4}{1.2^1(r+4)} \cdot \quad - \frac{3.5.7.6}{1.2.2^2(r+6)} \cdot \quad + \frac{3.5.7.9.8}{1.2.5.2^3(r+8)} \cdot \Big\} \frac{2}{2} . \cos^2 u \\
+ c = \quad - \frac{5.7.4}{r+4} \cdot \quad + \frac{5.7.9.6}{1.2^1(r+6)} \cdot \quad - \frac{5.7 \ldots 11.8}{1.2.2^2(r+8)} \cdot \Big\} \frac{2}{2.4} . \cos^4 u \\
+ d = \quad - \frac{7.9.11.6}{r+6} \cdot \quad + \frac{7.9 \ldots 13.8}{1.2^1(r+8)} \cdot \Big\} \frac{2}{2.4.6} . \cos^6 \\
+ e = \quad \frac{9.11 \ldots 15.8}{r+8} \Big\} \frac{2}{2.4.6.8} . \mathrm{co}
\end{array} \right.$$

Benennt man nun die Summe dieser Reihen mit den Buchstaben α, β, γ.., a, b, c.., so ist

$$[\alpha + \beta \cos^2 u + \gamma \cos^4 u + \delta \cos^6 u + ..] \sin 2u . \sin \omega = [a + b \cos^2 u + c \cos^4 u + ..] \cos \omega$$

und

$$\cot \omega = \frac{[\alpha + \beta \cos^2 u + \gamma \cos^4 u + \delta \cos^6 u + \ldots] . \sin 2u}{a + b \cos^2 u + c \cos^4 u + d \cos^6 u + \ldots} .$$

Zusatz 1. Die vorstehenden Reihen können dividirt werden mit $\frac{x^{r+2}}{\varrho^3}$, und man erhalt

$$\alpha = \frac{3}{r+2} - \frac{3.5}{2(r+4)} \cdot \frac{x^2}{\varrho^2} + \ldots \quad a = \frac{2}{r+2} - \frac{3}{r+4} \cdot \frac{x^2}{\varrho^2} +$$

$$\beta = \quad + \frac{5.7}{2(r+4)} \cdot \frac{x^2}{\varrho^2} \ldots \quad b = -\frac{5.2}{r+2} + \frac{3.5.4}{1.2(r+4)} \cdot \frac{x^2}{\varrho^2} -$$

$$c = \quad - \frac{5.7.4}{(r+4)} \cdot \frac{x^2}{\varrho^2} + .$$

Ist nun $\frac{x}{\varrho} = \frac{MC}{BC}$ ein sehr kleiner Bruch, d. h. ist der Nadel Abstand BC vom Mittelpunkte des Magneten sehr groſs im Vergleiche mit der halben Magnetaxe CM, so können die Glieder der Reihen, welche mit $\left(\frac{x}{\varrho}\right)^2$ und den höheren Potenzen dieses Bruches multiplicirt sind, unberücksichtigt bleiben. Man bekommt alsdann

$$\frac{3}{r+2} \cdot \sin 2u \,.\, \sin \omega = \left(\frac{2}{r+2} - \frac{6}{r+2} \cdot \cos^2 u\right) \cos \omega.$$

oder durch Multiplication mit $r + 2$

$$3 \cdot \sin 2u \,.\, \sin \omega = (2 - 6 \cos^2 u) \cos \omega,$$

folglich

$$\cot \omega = \frac{3 \cdot \sin 2u}{2 - 6 \cos^2 u} = - \frac{\sin 2u}{2 \cos^2 u - \frac{2}{3}} = \frac{- \sin 2u}{\cos 2u + \frac{1}{3}},$$

welches die obenangeführte von *Humboldt und Biot* angegebene Formel ist. Hieraus ergiebt sich, *daſs in groſsen Abständen die Vertheilung der magnetischen Kräfte in der Magnetaxe oder das zweyte magnetische Elementargesetz, welches durch den Werth von r bestimmt wird, keinen merklichen Einfluſs auf den Winkel ω habe.*

Zusatz 2. Setzt man $r = 1$, so bekommt man

$$\begin{array}{llllll}
\alpha = & \frac{1}{1} \cdot \frac{x^3}{\varrho^3} & - \frac{3}{2} \cdot \frac{x^5}{\varrho^5} & + \frac{15}{8} \cdot \frac{x^7}{\varrho^7} & - \frac{35}{16} \cdot \frac{x^9}{\varrho^9} & + \ldots - \\
\beta = & & + \frac{7}{2} \cdot & - \frac{45}{4} \cdot & + \frac{385}{16} \cdot & - \\
\gamma = & & & + \frac{99}{8} \cdot & - \frac{1001}{16} \cdot & + \\
\delta = & & & & + \frac{715}{16} \cdot & -
\end{array}$$

$$\begin{array}{llllll}
a = & \frac{2}{3} \cdot \frac{x^3}{\varrho^3} & - \frac{3}{5} \cdot \frac{x^5}{\varrho^5} & + \frac{15}{28} \cdot \frac{x^7}{\varrho^7} & - \frac{35}{72} \cdot \frac{x^9}{\varrho^9} & + \\
b = & -2 \,. & + 6 \,. & - \frac{45}{4} \cdot & + \frac{35}{2} \cdot & - \\
c = & & -7 \cdot & + \frac{135}{4} \cdot & - \frac{385}{4} \cdot & + \\
d = & & & - \frac{99}{4} \cdot & + \frac{1001}{6} \cdot & - \\
e = & & & & - \frac{715}{8} \cdot & +
\end{array}$$

Setzt man $r = 2$, so wird

$$\begin{array}{lcccccccccc}
\alpha = & \frac{3}{4}\cdot\frac{x^4}{\rho^3} & - & \frac{5}{4}\cdot\frac{x^6}{\rho^5} & + & \frac{105}{64}\cdot\frac{x^8}{\rho^7} & - & \frac{63}{32}\cdot\frac{x^{10}}{\rho^9} & + & \frac{1155}{512}\cdot\frac{x^{12}}{\rho^{11}} & - \\
\beta = & & + & \frac{35}{12}\cdot & - & \frac{315}{32}\cdot & + & \frac{693}{32}\cdot & - & \frac{5005}{128}\cdot & + \\
\gamma = & & & & + & \frac{693}{64}\cdot & - & \frac{9009}{160}\cdot & + & \frac{45045}{256}\cdot & - \\
\delta = & & & & & & + & \frac{1287}{32}\cdot & - & \frac{36465}{128}\cdot & + \\
\varepsilon = & & & & & & & & + & \frac{230945}{1536}\cdot & - \\
a = & \frac{1}{2}\cdot\frac{x^4}{\rho^3} & - & \frac{1}{2}\cdot\frac{x^6}{\rho^5} & + & \frac{15}{32}\cdot\frac{x^8}{\rho^7} & - & \frac{7}{16}\cdot\frac{x^{10}}{\rho^9} & + & \frac{105}{256}\cdot\frac{x^{12}}{\rho^{11}} & - \\
b = - & \frac{3}{2}\cdot & + & \frac{5}{1}\cdot & - & \frac{315}{32}\cdot & + & \frac{63}{4}\cdot & - & \frac{5775}{256}\cdot & + \\
c = & & - & \frac{35}{6}\cdot & + & \frac{945}{32}\cdot & - & \frac{693}{8}\cdot & + & \frac{25025}{128}\cdot & - \\
d = & & & & - & \frac{693}{32}\cdot & + & \frac{3003}{20}\cdot & - & \frac{75075}{128}\cdot & + \\
e = & & & & & & - & \frac{1287}{16}\cdot & + & \frac{182325}{256}\cdot & - \\
f = & & & & & & & & - & \frac{230945}{768}\cdot & +
\end{array}$$

u. s. w.

§. 21. Um die Rechnung noch mehr zu erleichtern, drücken wir diese Formel durch Cosinus der Vielfachen des Winkels u aus, anstatt durch Potenzen vom Cosinus des einfachen Winkels.

Nun ist

$$\cos^n u = \frac{1}{2^n}\Big\{\cos nu + n\cdot\cos(n-2)u + \frac{n(n-1)}{1.2}\cdot\cos(n-4)u + \ldots$$
$$+ \frac{n(n-1)\ldots(n-m+1)}{1.2\ldots m}\cos(n-2m)u\Big\},$$

wo die Reihe abbricht, wenn $n - m + 1 = 0$, das ist $m = n + 1$ wird, oder, weil n hier eine gerade Zahl ist:

$$\cos^n u = \frac{1}{2^{n-1}}\left\{\cos nu + \frac{n}{1}\cos(n-2)u + \frac{n(n-1)}{1.2}\cos(n-4)u + \ldots \right.$$
$$\left. + \frac{n(n-1)\ldots(\tfrac{1}{2}n+2)}{1.2\ldots(\tfrac{1}{2}n-1)}\cos 2u\right\} + \frac{n(n-1)(n-2)\ldots(\tfrac{1}{2}n+1)}{1.2.3\ldots\tfrac{1}{2}n.2^n}.$$

Also ist

$$\begin{array}{lllllllllllllll}
\cos^2 u & = \tfrac{1}{2} & + \tfrac{1}{2}\cos 2u \\
\cos^4 u & = \tfrac{3}{8} & + \tfrac{1}{2} & - & + \tfrac{1}{8}\cos 4u \\
\cos^6 u & = \tfrac{5}{16} & + \tfrac{15}{32} & - & + \tfrac{3}{16} & - & + \tfrac{1}{32}\cos 6u \\
\cos^8 u & = \tfrac{35}{128} & + \tfrac{7}{16} & - & + \tfrac{7}{32} & - & + \tfrac{1}{16} & - & + \tfrac{1}{128}\cos 8u \\
\cos^{10} u & = \tfrac{63}{256} & + \tfrac{105}{256} & - & + \tfrac{15}{64} & - & + \tfrac{45}{512} & - & + \tfrac{5}{256} & - & + \tfrac{1}{512}\cos 10u \\
\cos^{12} u & = \tfrac{231}{1024} & + \tfrac{99}{256} & - & + \tfrac{495}{2048} & - & + \tfrac{55}{512} & - & + \tfrac{33}{1024} & - & + \tfrac{3}{512} & - & + \tfrac{1}{2048}\cos 12u.
\end{array}$$

Substituirt man diese Werthe der Potenzen von $\cos u$ in den Reihen der Zähler, so bekommt man

$$\begin{array}{lllllllllll}
\alpha = & \alpha \\
\beta\cos^2 u = & \tfrac{1}{2}\beta & + \tfrac{1}{2}\beta\cos 2u \\
\gamma\cos^4 u = & \tfrac{3}{8}\gamma & + \tfrac{1}{2}\gamma & - & + \tfrac{1}{8}\gamma\cos 4u \\
\delta\cos^6 u = & \tfrac{5}{16}\delta & + \tfrac{15}{32}\delta & - & + \tfrac{3}{16}\delta & - & + \tfrac{1}{32}\delta\cos 6u \\
\varepsilon\cos^8 u = & \tfrac{35}{128}\varepsilon & + \tfrac{7}{16}\varepsilon & - & + \tfrac{7}{32}\varepsilon & - & + \tfrac{1}{16}\varepsilon & - & + \tfrac{1}{128}\varepsilon\cos 8u \\
- \; - = & - & - & - & - & - & - & - & - \\
\hline
\end{array}$$

$$\text{oder} \quad A + B\cos 2u + C\cos 4u + D.\cos 6u + E\cos 8u + \ldots$$
$$= \alpha + \beta\cos^2 u + \gamma\cos^4 u + \delta\cos^6 u + \varepsilon\cos^8 u + \ldots,$$

wenn man die Summe der ersten vertikalen Reihe $= A$, die Summe der zweyten $= B$, der dritten $= C$ u. s. w. setzt.

Setzt man auf gleiche Weise im Nenner $a + \tfrac{1}{2}b + \tfrac{3}{8}c + \tfrac{5}{16}d + \ldots = \mathfrak{A}$; $\tfrac{1}{2}b + \tfrac{1}{2}c + \tfrac{15}{32}d + \ldots = \mathfrak{B}$; $\tfrac{1}{8}c + \tfrac{3}{16}d + \ldots = \mathfrak{C}$; $\tfrac{1}{32}d + \ldots = \mathfrak{D}$, u. s. w., so bekommt man

$$a + b\cos^2 u + c\cos^4 u + d\cos^6 u + \ldots = \mathfrak{A} + \mathfrak{B}\cos 2u + \mathfrak{C}\cos 4u + \mathfrak{D}\cos 6u.$$

So findet man

$$A = \frac{3}{r+2}\cdot\frac{x^{r+2}}{\rho^{3}} + \frac{5}{4(r+4)}\cdot\frac{x^{r+4}}{\rho^{5}} + \frac{399}{64(r+6)}\cdot\frac{x^{r+6}}{\rho^{7}} + \frac{801}{256(r+8)}\cdot\frac{x^{r+8}}{\rho^{9}} + \frac{152515}{16384(r+10)}\cdot\frac{x^{r+10}}{\rho^{11}} + \frac{338637}{65536(r+12)}\cdot x$$

$$B = + \frac{35}{4(r+4)}\cdot + \frac{63}{16(r+6)}\cdot + \frac{7821}{512(r+8)}\cdot + \frac{16445}{2048(r+10)}\cdot + \frac{1403805}{65536(r+12)}\cdot$$

$$C = + \frac{693}{64(r+6)}\cdot + \frac{1287}{256(r+8)}\cdot + \frac{72215}{4096(r+10)}\cdot + \frac{155805}{16384(r+12)}\cdot$$

$$D = + \frac{6435}{512(r+8)}\cdot + \frac{12155}{2048(r+10)}\cdot + \frac{2582385}{131072(r+12)}\cdot$$

$$E = + \frac{230945}{16384(r+10)}\cdot + \frac{440895}{65536(r+12)}\cdot$$

$$F = + \frac{2028117}{131072(r+12)}\cdot$$

$$\mathfrak{A} = -\frac{1}{r+2}\cdot\frac{x^{r+2}}{\rho^{3}} - \frac{9}{8(r+4)}\cdot\frac{x^{r+4}}{\rho^{5}} - \frac{75}{64(r+6)}\cdot\frac{x^{r+6}}{\rho^{7}} - \frac{1225}{1024(r+8)}\cdot\frac{x^{r+8}}{\rho^{9}} - \frac{19845}{16384(r+10)}\cdot\frac{x^{r+10}}{\rho^{11}} - \frac{160083}{131072(r+12)}\cdot x$$

$$\mathfrak{B} = -\frac{3}{r+2}\cdot - \frac{5}{2(r+4)}\cdot - \frac{315}{128(r+6)}\cdot - \frac{315}{128(r+8)}\cdot - \frac{40425}{16384(r+10)}\cdot - \frac{81081}{32768(r+12)}\cdot$$

$$\mathfrak{C} = - \frac{35}{8(r+4)}\cdot - \frac{189}{64(r+6)}\cdot - \frac{693}{256(r+8)}\cdot - \frac{10725}{4096(r+10)}\cdot - \frac{675675}{262144(r+12)}\cdot$$

$$\mathfrak{D} = - \frac{693}{128(r+6)}\cdot - \frac{429}{128(r+8)}\cdot - \frac{96525}{32768(r+10)}\cdot - \frac{182325}{65536(r+12)}\cdot$$

$$\mathfrak{E} = - \frac{6435}{1024(r+8)}\cdot - \frac{60775}{16384(r+10)}\cdot - \frac{415701}{131072(r+12)}\cdot$$

$$\mathfrak{F} = - \frac{230945}{32768(r+10)}\cdot - \frac{264537}{65536(r+12)}\cdot$$

$$\mathfrak{G} = - \frac{2028117}{262144(r+12)}\cdot$$

Setzt man hierin $r = 2$ und $x = 1$, so findet man

$$A = \frac{3}{4\varrho^3} + \frac{5}{24\varrho^5} + \frac{399}{512\varrho^7} + \frac{801}{2560\varrho^9} + \frac{152515}{196608\varrho^{11}} + \frac{338637}{917504\varrho^{13}} +$$

$$B = + \frac{35}{24\varrho^5} + \frac{63}{128\varrho^7} + \frac{7821}{5120\varrho^9} + \frac{16445}{24576\varrho^{11}} + \frac{1403805}{917504\varrho^{13}} +$$

$$C = + \frac{693}{512\varrho^7} + \frac{1287}{2560\varrho^9} + \frac{72215}{49152\varrho^{11}} + \frac{155805}{229367\varrho^{13}} +$$

$$D = + \frac{1287}{1024\varrho^9} + \frac{12155}{24576\varrho^{11}} + \frac{2582385}{1835008\varrho^{13}} +$$

$$E = + \frac{230945}{196608\varrho^{11}} + \frac{62985}{131072\varrho^{13}} +$$

$$F = + \frac{289731}{262144\varrho^{13}} +$$

$$\mathfrak{A} = -\frac{1}{4\varrho^3} - \frac{3}{16\varrho^5} - \frac{75}{512\varrho^7} - \frac{245}{2048\varrho^9} - \frac{6615}{65536\varrho^{11}} - \frac{22869}{262144\varrho^{13}} -$$

$$\mathfrak{B} = -\frac{3}{4\varrho^3} - \frac{5}{12\varrho^5} - \frac{315}{1024\varrho^7} - \frac{63}{256\varrho^9} - \frac{13475}{65536\varrho^{11}} - \frac{11583}{65536\varrho^{13}} -$$

$$\mathfrak{C} = -\frac{35}{48\varrho^5} - \frac{189}{512\varrho^7} - \frac{693}{2560\varrho^9} - \frac{3575}{16384\varrho^{11}} - \frac{96525}{524288\varrho^{13}} -$$

$$\mathfrak{D} = -\frac{693}{1024\varrho^7} - \frac{429}{1280\varrho^9} - \frac{32175}{131072\varrho^{11}} - \frac{182325}{917504\varrho^{13}} -$$

$$\mathfrak{E} = -\frac{1287}{2048\varrho^9} - \frac{60775}{196608\varrho^{11}} - \frac{415701}{1835008\varrho^{13}} -$$

$$\mathfrak{F} = -\frac{230945}{393216\varrho^{11}} - \frac{37791}{131072\varrho^{13}} -$$

$$\mathfrak{G} = -\frac{289731}{524288\varrho^{13}} -$$

Nach diesen Reihen ist

$$\cot\omega = \frac{(A + B\cos 2u + C\cos 4u + D\cos 6u + \ldots)\sin 2u}{\mathfrak{A} + \mathfrak{B}\cos 2u + \mathfrak{C}\cos 4u + \mathfrak{D}\cos 6u + \ldots}.$$

Zusatz. In grofsen Entfernungen bekommt man auch hier $A = -\frac{3}{4\varrho^3}$, $B = 0$, $\mathfrak{A} = -\frac{1}{4\varrho^3}$, $\mathfrak{B} = -\frac{3}{4\varrho^3}$, $\mathfrak{C} = 0$, also

$$\cot\omega = \frac{\frac{3}{3\varrho^3} \cdot \sin 2u}{-\frac{1}{4\varrho^3} - \frac{3}{4\varrho^3}\cos 2u} = \frac{-\sin 2u}{\frac{1}{3} + \cos 2u},$$

wie vorher.

I. Beständige Logarithmen für die Berechnung des Winkels ω.

Beständige Factoren des Zählers.	Logarithmen.	Potenzen von ϱ.		Beständige Factoren des Nenners.	Logarithmen.	Potenzen von ϱ.	
$\frac{3}{4}$	9.8750613	− 3	cos 0u	$\frac{1}{4}$	9.3979400	− 3	cos 0u
$\frac{5}{24}$	9.3187588	− 5		$\frac{3}{16}$	9.2730013	− 5	
$\frac{399}{512}$	9.8917029	− 7		$\frac{75}{512}$	9.1657913	− 7	
[illegible]	9.4593935	− 9		$\frac{245}{2048}$	9.0778361	− 9	
[illegible]	9.8897014	− 11		$\frac{6615}{65536}$	9.0040499	− 11	
[illegible]	9.5671264	− 13		[illegible]	8.9407073	− 13	
$\frac{35}{24}$	0.1638568	− 5	cos 2u	$\frac{3}{4}$	9.8750613	− 3	cos 2u
$\frac{63}{128}$	9.6921305	− 7		$\frac{5}{12}$	9.6197888	− 5	
$\frac{7821}{5120}$	0.1839923	− 9		$\frac{315}{1024}$	9.4880106	− 7	
[illegible]	9.8255227	− 11		$\frac{63}{256}$	9.3911005	− 9	
$\frac{1403805}{917504}$	0.1846988	− 13		[illegible]	9.3130489	− 11	
$\frac{693}{512}$	0.1314632	− 7	cos 4u	[illegible]	9.2473412	− 13	
$\frac{1287}{2560}$	9.7013385	− 9		$\frac{35}{48}$	9.8628268	− 5	cos 4u
[illegible]	0.1670862	− 11		$\frac{189}{512}$	9.5671918	− 7	
[illegible]	9.8320336	− 13		$\frac{693}{2560}$	9.4324932	− 9	
$\frac{1287}{1024}$	0.0992785	− 9	cos 6u	$\frac{3575}{16384}$	9.3388561	− 11	
[illegible]	9.6942438	− 11		[illegible]	9.2650699	− 13	
[illegible]	0.1483829	− 13		$\frac{693}{1024}$	9.8304332	− 7	cos 6u
[illegible]	0.0699075	− 11	cos 8u	$\frac{429}{1280}$	9.5252473	− 9	
[illegible]	9.6818763	− 13		[illegible]	9.3900087	− 11	
[illegible]	0.0434551	− 13	cos 10u	[illegible]	9.2982382	− 13	
				$\frac{1287}{2048}$	9.7982485	− 9	cos 8u
				[illegible]	9.4901238	− 11	
				[illegible]	9.3551430	− 13	
				[illegible]	9.7688784	− 11	cos 10u
				[illegible]	9.4598785	− 13	
				[illegible]	9.7424251	− 13	cos 12u

II. Summe der Reihen für verschiedene Werthe von ϱ.											
$\varrho =$	2	2,5	3	4	5	6	7	8	9	10	
	0,	0,0	0,0	0,0	0.00	0,00	0,00	0,00	0,00	0.000	
$A =$	10738	51527	29012	119711	60768	35018	21999	14716	10325	75216	
$B =$	5292	16178	6308	14602	4738	1895	874	448	248	1464	cos 2*u*
$C =$	1236	2416	653	849	176	49	17	6	3	14	cos 4*u*
$D =$	287	360	67	49	6	1	0	0	0	0	cos 6*u*
$E =$	63	52	7	3	0	0	0	0	0	0	cos 8*u*
$F =$	13	7	0	0	0	0	0	0	0	0	cos 10*u*
𝔄 =	03855	18196	10104	040988	20619	11820	07402	04941	03461	25188	
𝔅 =	10969	52845	29647	121454	61374	35269	22118	14776	10359	75420	cos 2*u*
ℭ =	2633	8153	3184	7357	2382	951	438	224	124	733	cos 4*u*
𝔇 =	609	1208	328	426	88	19	6	2	1	5	cos 6*u*
𝔈 =	140	179	34	25	3	1	0	0	0	0	cos 8*u*
𝔉 =	32	41	3	1	0	0	0	0	0	0	cos 10*u*
𝔊 =	7	4	0	0	0	0	0	0	0	0	cos 12*u*

III. Logarithmen der obenstehenden Summen.											
$\varrho =$	2	2,5	3	4	5	6	7	8	9	10	
B	8.72362	8.20917	7.79989	7.16441	6.67560	6.27761	5.94151	5.65128	5.39445	5.16554	cos 2*u*
C	8.09202	7.38310	6.81491	5.92891	5.24551	4.69020	4.23045	3.77815	3.47712	3.14613	cos 4*u*
D	7.45788	6.55630	5.82607	4.69020	3.77815	3.00000	. .	. .	. .	. .	cos 6*u*
E	6.79934	5.71600	4.84510	3.47712	. .	. .	. .	. .	. .	. .	cos 8*u*
F	6.11394	4.84510	. .	. .	. .	. .	. .	. .	. .	. .	cos 10*u*
𝔅	9.04017	8.72300	8.47198	8.08441	7.78798	7.54739	7.34475	7.16956	7.01532	6.87749	cos 2*u*
ℭ	8.42045	7.91132	7.50297	6.86670	6.37694	5.97818	5.64147	5.35025	5.09342	4.86510	cos 4*u*
𝔇	7.78462	7.08207	6.51587	5.62941	4.94448	4.27875	3.77815	3.47712	3.00000	2.69897	cos 6*u*
𝔈	7.14613	6.25285	5.53148	4.39794	3.47712	3.00000	. .	. .	. .	. .	cos 8*u*
𝔉	6.50515	5.61278	4.47712	3.00000	. .	. .	. .	. .	. .	. .	cos 10*u*
𝔊	5.84510	4.60206	. .	. .	. .	. .	. .	. .	. .	. .	cos 12*u*

§. 22. ACB (Fig. 19) sey ein lineärer Magnet, C sein Mittelpunkt; man denke sich verschiedene concentrische Kreise AGB, DFE u. s. w. um seinen Mittelpunkt. Will man nun die Lage der magnetischen Ruhelinie oder den Winkel ω im Punkte F berechnen, so ziehe man die Linien FC, FB und FA. Nun sey die halbe Magnetaxe AC $= 1$, der gegebene Radius FC $= \varrho$, der Winkel FCD $= u$. Aus diesen drey Stücken können im Dreyeck CFA die zwey Winkel CFA $= r$ und FAC $= t$ gefunden werden;

und auf gleiche Weise findet man im Dreyeck FCB den Winkel CFB $= s$, und FBC $= v$; nämlich $\tang r = \frac{\sin u}{\varrho - \cos u}$; $\tang t = \frac{\varrho . \sin u}{1 - \varrho . \cos u}$; $\tang s = \frac{\sin u}{\varrho + \cos u}$; $\tang v = \frac{\varrho . \sin u}{1 + \varrho . \cos u}$. Mit Hülfe dieser vier Winkel kann man den Winkel ω nach den Formeln in §. 19, I. und II. und in gröſseren Abständen nach den Reihen in §. 20 und 21 finden, welches durch folgende Beispiele erläutert werden wird.

Erstes Beispiel. *Den Winkel ω zu berechnen, wenn $\varrho = 1$ und $u = 30°$, nach der Formel β in §. 19 I. (wo $r = 1$).*

Da CF $=$ CA $= 1$, so ist $r = t, = \frac{180° - u}{2} = 75° . s = v = \frac{1}{2}u = 50°$, also $\frac{s + r}{2} = 45°$, $\frac{r - s}{2} = 30°$, $\frac{1}{2}t = 37° \; 30' . \frac{1}{2}v = 7° \; 30'$.

$$\log \sin \left(\frac{r + s}{2}\right) = 9.8494850 - 10$$
$$- \sin \left(\frac{r - s}{2}\right) = 9.6989700 - 10$$
$$\log Z' = 0.5484550 - 1$$

$$\log. \text{vulg.} \cot \tfrac{1}{2}t = 10.1150195 - 10$$
$$- \; - \cot \tfrac{1}{2}v = 10.8805709 - 10$$
$$B = 0.9955904$$

$$\log B = 0.9980807 - 1$$
$$\log 2.3025851 = \log M = 0.3622157$$
$$\log \sin u = 0.6989700 - 1$$
$$\log \tfrac{1}{2} = 0.6989700 - 1$$
$$\log C = 0.7582364 - 1 \quad C = 0.5731080$$

$$\log \sin\left(\frac{r+s}{2}\right) = 9.8494850 - 10$$

$$\log \cos\left(\frac{r-s}{2}\right) = 9.9375306 - 10$$

$$\log D = 0.7870156 - 1 \quad D = 0.6123724$$

$$C = 0.5731080$$

$$C - D = N' = -0.0392644$$

$$\log Z' = 9.5484550$$

$$-\log N' = 8.5939989$$

$$-\log \cot \omega = 10.9544561 = \log \cot - 6^\circ\ 20'\ 14''.$$

Zweytes Beispiel. *Den Winkel ω zu berechnen, wenn $\rho = 1$, $u = 30^\circ$ nach der Formel δ* in §. 19. II. (wo $r = 2$).

Will man nach der Formel δ rechnen, so ist $u - r = -45^\circ$, $u + s = +45^\circ$, $\frac{1}{2}v = 7^\circ\ 30'$, $\frac{1}{2}t = 57^\circ\ 30'$, und $\log \frac{\cot^2 \frac{1}{2}u}{\operatorname{tang} \frac{1}{2}t \,.\, \cot \frac{1}{2}v} = 2 \log \cot \frac{1}{2}u + \log \cot \frac{1}{2}t + \log \operatorname{tang} \frac{1}{2}v$.

$$2 \log \cot \tfrac{1}{2}u = 1.1438950$$

$$\log \cot \tfrac{1}{2}t = 0.1150195$$

$$\log \operatorname{tang} \tfrac{1}{2}v = 0.1194291 - 1$$

$$A = 0.3783456$$

$$\log A = 0.5778864 - 1$$

$$2 \log \sin u = 0.3979400 - 1$$

$$\log M = 0.5622157$$

$$\log B = 0.5380421 - 1 \quad . \quad . \quad B = 0.2177921$$

$$2 \cos u = 1.7320508$$

$$+ 1.9498429$$

$$\cos(u - r) = 0.7071068$$

$$\cos(u + s) = 0.7071068$$

$$- 1.4142136$$

$$\mathfrak{Z}' = 0.5356293$$

A a

$$\log A = 0.5778864 - 1$$
$$\log \sin 2u = 0.9375306 - 1$$
$$\log M = 0.5622157$$
$$\operatorname{cosec} v = 5.8637033 \qquad \log C = 0.8776327 - 1 \;\;.\;\;.\;\; C = 0.7544559$$
$$\operatorname{cosec} t = 1.0352762$$
$$\operatorname{cosec} v + \operatorname{cosec} t = 4.8989795 \;\;.\;\;.\;\; \log = 0.6901056$$
$$2 \log \sin u = 0.3979400 - 1$$
$$\log F = 0.0880456 \;\;.\;\;.\;\;.\;\;.\;\; F = 1.2247448$$
$$\sin(u+s) = 0.7071068$$
$$+ 2.6863055$$
$$\sin(r-u) = 0.7071068$$
$$4 \sin u = 2.0000000$$
$$- 2.7071068$$
$$\mathfrak{N}' = -0.0208013$$
$$\log \mathfrak{Z}' = 9.7288645$$
$$\log \mathfrak{N}' = 8.3180905$$
$$-\cot \omega = 11.4107738 = \cot -2^\circ\; 15'\; 26''.$$

Aus diesen beiden Beispielen ist zu ersehen, daſs in der ersten Hypothese, wo $r = 1$ angenommen ward, der negative Werth des Winkels ω gröſser, der positive kleiner wird, als in der zweyten Hypothese, wo $r = 2$.

Drittes Beispiel. *Den Winkel ω zu berechnen, wenn $\varrho = 4$, $u = 60^\circ$, nach der Formel γ* in §. 19. II.

Hier findet man $r = 13^\circ\; 53'\; 52'',38$, $s = 10^\circ\; 53'\; 36'',2$, $v = 49^\circ\; 6'\; 23'',8$, $t = 106^\circ\; 6'\; 7'',62$; also $\frac{1}{2}t = 53^\circ\; 3'\; 3'',81$, $\frac{1}{2}v = 24^\circ\; 33'\; 11'',9$.

$$2 \log \cot \tfrac{1}{2}u = 0.4771212$$
$$\log \cot \tfrac{1}{2}t = 9.8763089$$
$$\log \operatorname{tang} \tfrac{1}{2}v = 9.6597739$$
$$A = 0.0132040$$
$$\log A = 8.1207055$$
$$\log M = 0.3622157$$
$$\log AM = 8.4829212$$

$\cos s = 0.9819805$	$\log AM = 8.4829212$	
$\cos r = 0.9707254$	$\log \sin u = 9.9375306$	
$- 1.9527059$	$\log B = 8.4204518$	$B = 0.0263301$
2.0000000		
0.0472941	$\log = 8.6748069$	
	$\log \cot u = 9.7614394$	
	8.4362463	0.0273055
		$\sin s = 0.1889821$
		0.2426175
		$\sin r = 0.2401922$
		$\mathfrak{Z} = 0.0024253$
	$\log AM = 8.4829212$	
	$\log 2 \cos u = 0.0000000$	
	$\log C = 8.4829212$	$C = + 0.0304033$
	$\log \sin u = 9.9375306$	
	$\log \sin t = 9.9826189$	
	9.9549117	$+ 0.9013878$
	$\log \sin u = 9.9375306$	
	$\log \sin v = 9.8784810$	
	0.0590496	$+ 1.1456437$
	. . . .	$\cos r + \cos s = + 1.9527059$
		$+ 4.0301407$
	$\log (\sin r - \sin s) = 8.7093557$	
	$\log \cot u = 9.7614394$	
	8.4707951	$- 0.0295662$
		$- 4.0000000$
		$- 4.0295662$
		$\mathfrak{M} = + 0.0005745$
	$\log \mathfrak{Z} = 7.3847655$	
	$\log \mathfrak{M} = 6.7592900$	
	$\log \cot \omega = 10.6254755 = \cot + 13^\circ\ 19'\ 35''$.	

Viertes Beispiel. *Den Winkel ω zu berechnen, wenn $\rho = 4$, $u = 60°$; nach den Reihen in §. 21.*

Hier ist $2u = 120°$; $4u = 240°$; $6u = 0°$; $8u = 120°$; $10u = 240°$; $12u = 0°$; und

$A =$	0.01197114	$\mathfrak{A} = -$	0.00409878
$B =$	146020	$\mathfrak{B} = -$	1214542
$C =$	8489	$\mathfrak{C} = -$	73569
$D =$	495	$\mathfrak{D} = -$	4265
$E =$	29	$\mathfrak{E} = -$	247
$F =$	2	$\mathfrak{F} = -$	14
		$\mathfrak{G} = -$	1

		$A = +$ 0.01197114	
$\log B =$	7.1644123		
$\log\cos 2u =$	9.6989700		
$\log B\cos 2u =$	6.8633823		$-$ 0.00073010
$\log C =$	5.9288565		
$\log\cos 4u =$	9.6989700		
$\log C\cos 4u =$	5.6278265		4244.5
$\log D =$	4.6928469		
$\log\cos 6u =$	0.0000000		
$\log D\cos 6u =$	4.6928469	495	
$\log E =$	3.4623980		
$\log\cos 8u =$	9.6989700		
$\log E\cos 8u =$	3.1613680		14.5
$\log F =$	2.3010300		
$\log\cos 10u =$	9.6989700		
$\log F\cos 10u =$	2.0000000		1
		$+$ 0.01197607	$-$ 0.00077270
		$-$ 0.00077270	
		$Z = +$ 0.01120337	

$\mathfrak{A} = -0.00409878$

$\log \mathfrak{B} = 8.0844126$
$\log \cos 2u = 9.6989700$
$\log \mathfrak{B} \cos 2u = 7.7833826$ . . . . $+ 0.00607271$

$\log \mathfrak{C} = 6.8666949$
$\log \cos 4u = 9.6989700$
$\log \mathfrak{C} \cos 4u = 6.5656649$ 36784.6

$\log \mathfrak{D} = 5.6299190$
$\log \cos 6u = 0.0000000$
$\log \mathfrak{D} \cos 6u = 5.6299190$ 4265

$\log \mathfrak{E} = 4.5926970$
$\log \cos 8u = 9.6989700$
$\log \mathfrak{E} \cos 8u = 4.0916670$ 125.5

$\log \mathfrak{F} = 3.1461280$
$\log \cos 10u = 9.6989700$
$\log \mathfrak{F} \cos 10u = 2.8450980$ 7

$\log \mathfrak{G} = 2.0000000$
$\log \cos 12u = 0.0000000$
$\log \mathfrak{G} \cos 12u = 2.0000000$ 1

$- 0.00414144 \qquad + 0.00644186$
$+ 0.00644186$
$N = + 0.00230042$

$\log Z = 8.0493486$
$\log \sin 2u = 9.9375306$
7.9868792
$\log N = 7.3618072$
$\log \cot \omega = 10.6250720 = \cot + 15^\circ\, 20'\, 18''.$

Aus dem dritten und vierten Beispiele ist sichtlich, daſs, wenn der Magnetradius $\rho = 4$ ist, oder noch gröſser, alsdann die Reihen in §. 21 sowohl

bequemer als sicherer zur Berechnung des Winkels ω sind, falls man nicht etwa die trigonometrischen Linien mit mehr als 7 Decimalen ausdrücken wollte.

Fünftes Beispiel. *Den Winkel ω zu berechnen, wenn $\varrho = 2$, und $u = 40°$, nach der Formel γ §. 19.*

Hier ist $s = 13° \, 4' \, 56'',96$; $r = 27° \, 30' \, 56'',68$; $t = 112° \, 29' \, 5'',32$; $v = 26° \, 55' \, 3'',04$; $\frac{1}{2}t = 56° \, 14' \, 31'',66$; $\frac{1}{2}v = 13° \, 27' \, 31'',52$.

$2 \log \cot \frac{1}{2}u = 0.8778682$
$\log \cot \frac{1}{2}t = 9.8250218$
$\log \text{tang} \, \frac{1}{2}v = 9.3789745$
$A = 0.0818645$

$M \times$ {
$0.08 = 0.1842068$
$.1 = 23026$
$.8 = 18421$
$.6 = 1382$
$.4 = 92$
$.5 = 12$
}

$A \, . \, M = 0.1885001$

$\cos s = 0.9740452$ $\log AM = 9.2755116$
$\cos r = 0.8868811$ $\log \sin u = 9.8080675$
1.8609263 $9.0835791 \; \ldots \; + 0.1211655$
2.0000000
$0.1390737 \; . \; . \; \log = 9.1432451$
$\log \cot u = 10.0761865$
$9.2194316 \; \ldots \; + 0.1657417$
$+ \sin s = + 0.2263557$
$+ 0.5132609$
$- \sin r = - 0.4619925$
$\mathfrak{z} = + 0.0512686$

$\log AM = 9.2755116$
$\log 2 \cos u = 0.1852840$
$9.4605956 \; \ldots \; + 0.2887989$

$\operatorname{cosec} r = 1.0822690$ $\qquad\qquad + 0.2887989$

$\operatorname{cosec} v = 2.2089331$

$3.2912021 \;.\;.\;.\; \log = 0.5173546$

$\log \sin u = 9.8080675$

$0.3254221 \;.\;.\;.\;.\;.\; + 2.1155444$

$\sin r = 0.4619923$ $\qquad \cos r + \cos s = 1.8609263$

$\sin s = 0.2263537$ $\qquad + 4.2652696$

$\sin r - \sin s = 0.2356386 \;.\;.\; \log = 9.3722464$

$\log \cot u = 10.0761865$

$9.4484329 \;.\;.\;.\;.\; - 0.2808231$

$- 4.0000000$

$- 4.2808231$

$\mathfrak{N} = - 0.0155535$

$\log \mathfrak{Z} = 8.7098514$

$- \log \mathfrak{N} = 8.1918282$

$- \log \cot \omega = 10.5180232 = \log \cot - 16^\circ\, 52'\, 55''.$

Sechstes Beispiel. *ω zu berechnen, wenn $\varrho = 2$, $u = 40^\circ$ nach den Reihen* §. 21 I., II., III.

Hier ist $2u = 80^\circ$; $4u = 160^\circ$; $6u = 240^\circ$; $8u = 320^\circ$; $10u = 40^\circ$; $12u = 120^\circ$.

$A = 0.107380$

$\log 0.052916 = \qquad \log B = 8.72359$

$\log \cos 2u = 9.23967$

$7.96326 \;.\;.\;.\; \qquad 9189$

$\log 0.012356 = \qquad \log C = 8.09188$

$\log \cos 4u = 9.97298$

$8.06486 \;.\;.\;.\;.\;.\;.\;.\; - 0.011611$

$\log 0.002868 = \qquad \log D = 7.45758$

$\log \cos 6u = 9.69897$

$7.15655 \;.\;.\;.\;.\;.\;.\;.\;.\; \qquad 1434$

$+ 0.116569 \qquad - 0.013045$

$\log 0.0006522 = \log E = 6.8007$ + 0.116569 − 0.013045

$\log \cos 8u = 9.8842$

6.6849 . . . 484

$\log 0.0001301 = \log F = 6.114$

$\log \cos 10u = 9.884$

5.998 . . . 100

+ 0.117153 − 0.013045

− 0.013045

$Z = + 0.104108$

$\mathfrak{A} = - 0.038547$

$\log 0.109687 = \log \mathfrak{B} = 9.04015$

$\log \cos 2u = 9.23967$

8.27982 . . . 19047

$\log 0.026327 = \log \mathfrak{C} = 8.42040$

$\log \cos 4u = 9.97298$

8.39338 . . . . + 0.024739

$\log 0.006086 = \log \mathfrak{D} = 7.78433$

$\log \cos 6u = 9.69897$

7.48330 3045

$\log 0.001405 = \log \mathfrak{E} = 7.1477$

$\log \cos 8u = 9.8842$

7.0319 . . . 1076

$\log 0.000522 = \log \mathfrak{F} = 6.508$

$\log \cos 10u = 9.884$

6.392 247

$\log 0.000067 = \log \mathfrak{G} = 5.845$

$\log \cos 12u = 9.698$

5.543 35

− 0.058917 + 0.027815

+ 0.027815

$N = - 0.031112$

$$
\begin{array}{rcl}
\log Z & = & 9.01748 \\
\log \sin 2u & = & 9.99335 \\
\hline
 & & 9.01083 \\
-\log N & = & 8.49279 \\
\hline
\log \cot \omega & = & 10.51804 = \log \cot - 16^\circ\, 52'\, 32'',
\end{array}
$$
wie oben.

Das fünfte und sechste Beispiel zeigt, daſs für $\rho = 2$ die Reihen in §. 21 noch stark genug convergirend sind, um den Winkel ω bis auf ein paar Sekunden genau zu geben, welches zu gegenwärtigem Zwecke mehr als hinreichend ist. In geringeren Abständen vom Mittelpunkte des Magneten müſste man entweder mehrere Glieder der Reihen berechnen, oder sich der Formeln in §. 19 bedienen.

§. 25. Es ist sichtlich, daſs, solange Radius ρ (Fig. 19) unverändert bleibt, auch die Gröſsen A, B, C, $\mathfrak{A}$, $\mathfrak{B}$, $\mathfrak{C}$ u. s. w. den nämlichen Werth behalten. Untersucht man daher die magnetische Direction in einer Kugelfläche um den magnetischen Mittelpunkt, so braucht man diese Gröſsen blos ein Mal für alle zu berechnen. Ist ρ ziemlich groſs und will man den Winkel ω nicht bis auf einzelne Sekunden bestimmen, so braucht man nur wenige Glieder der Reihen $A + B \cos 2u + \ldots$, $\mathfrak{A} + \mathfrak{B} \cos 2u + \ldots$ zu berechnen.

Liegt hingegen der Magnet auſserhalb des Mittelpunktes der Kugel, so wird der Werth von ρ, also auch von den Reihen A, B, C, $\mathfrak{A}$, $\mathfrak{B}$, $\mathfrak{C}$ u. s. w. für verschiedene Punkte der Oberfläche der Kugel verschieden seyn. Deswegen wird es zweckdienlich seyn, die Veränderungen zu untersuchen, welche diese Reihen erleiden, wenn ρ einen kleinen Zuwachs $= e$ erhält. Nach dem Taylorschen Lehrsatze wird, wofern ρ den Zuwachs e erhält, der Zuwachs der Reihe A oder

$$\Delta A = \frac{dA}{1.d\rho}.e + \frac{d^2A}{1.2d\rho^2}.e^2 + \frac{d^3A}{1.2.3d\rho^3}.e^3 + \ldots + \frac{d^nA}{1.2\ldots n\, d\rho^n}.e^n.$$

Man bezeichne die beständigen Coefficienten in der Reihe A mit A_1, A_2, $A_3 \ldots A_m$, in der Reihe B mit B_1, B_2, $B_3 \ldots B_m$ u. s. w., so wird

$$A = \frac{A_1}{\rho^3} + \frac{A_2}{\rho^5} + \frac{A_3}{\rho^7} + \frac{A_4}{\rho^9} + \ldots \frac{A_m}{\rho^{2m+1}}$$

$$B = \frac{B_2}{\rho^5} + \frac{B_3}{\rho^7} + \frac{B_4}{\rho^9} + \ldots \frac{B_m}{\rho^{2m+1}}.$$

Auf ähnliche Art könnte man die Coefficienten der übrigen Reihen bezeichnen, und man erhielte aldann

$$\Delta A = -\left\{\frac{3A_1}{\rho^4} + \frac{5A_2}{\rho^6} + \frac{7A_3}{\rho^8} + \ldots \frac{(2m+1)A_m}{\rho^{2m+2}}\right\}\frac{e}{1}$$

$$+\left\{\frac{3.4A_1}{\rho^5} + \frac{5.6A_2}{\rho^7} + \frac{7.8A_3}{\rho^9} + \ldots + \frac{(2m+1)(2m+2)A_m}{\rho^{2m+3}}\right\}\frac{e^2}{1.2}$$

$$-\left\{\frac{3.4.5A_1}{\rho^6} + \frac{5.6.7A_2}{\rho^8} + \frac{7.8.9A_3}{\rho^{10}} + \ldots + \frac{(2m+1)(2m+2)(2m+3)A_m}{\rho^{2m+4}}\right\}\frac{e^3}{1.2.3}$$

Das *nte* Glied dieser Reihe wird

$$\frac{d^nA}{1.2\ldots nd\rho^n} = \mp\left\{\frac{3.4\ldots(n+2)A_1}{\rho^{n+3}} + \frac{5.6\ldots(n+2)A_2}{\rho^{n+5}} + \ldots\right.$$

$$\left. + \frac{(2m+1)(2m+3)\ldots(2m+n)A_m}{\rho^{2m+n+4}}\right\}\frac{e^n}{1.2\ldots n}$$

wo das Zeichen — gilt, wenn *n* eine *ungerade*, + wenn es eine *gerade* Zahl ist. So wird auch

$$\Delta B = -\left\{\frac{5B_2}{\rho^6} + \frac{7B_3}{\rho^8} + \frac{9B_4}{\rho^{10}} + \ldots \frac{(2m+1)B_m}{\rho^{2m+2}}\right\}\frac{e}{1}$$

$$+\left\{\frac{5.6B_2}{\rho^7} + \frac{7.8B_3}{\rho^9} + \frac{9.10B_4}{\rho^{11}} + \ldots \frac{(2m+1)(2m+2)B_m}{\rho^{2m+3}}\right\}\frac{e^2}{1.2}$$

$$- \text{ u. s. w.}$$

Die Logarithmen zu den beständigen Coefficienten in diesen Reihen nämlich zu $\frac{3A_1}{1}$, $\frac{3.4A_1}{1.2}$, $\frac{3.4.5A_1}{1.2.3}$ u. s. w. sind in folgender Tafel enthalten, wo *R* im Allgemeinen eine der Reihen *A*, *B*, *C*, 𝔄, 𝔅, ℭ u. s. w. bezeichnet.

Reihe.	e / $\frac{dR}{1.d\rho}$	Potenz von ρ	e^2 / $\frac{d^2R}{1.2d\rho^2}$	Potenz von ρ	e^3 / $\frac{d^3R}{1.2.3d\rho^3}$	Potenz von ρ	e^4 / $\frac{d^4R}{1.2.3.4d\rho^4}$	Potenz von ρ	e^5 / $\frac{d^5R}{1.2\ldots5d\rho^5}$	Potenz von ρ
	0.3521826	— 4	0.6532126	— 5	0.8750613	— 6	1.0511526	— 7	1.1972806	— 8
	0.0177288	— 6	0.4948501	— 7	0.8628208	— 8	1.1638568	— 9	1.4191293	— 10
	0.7368009	— 8	1.3388609	— 9	1.8159832	— 10	2.2139222	— 11	2.5563448	— 12
A.	0.4496350	— 10	1.1486050	— 11	1.7128764	— 12	2.1899977	— 13	2.6049710	— 14
	0.9310941	— 12	1.7092454	— 13	2.3460675	— 14	2.8901355	— 15	3.3672568	— 16
	0.6810698	— 14	1.5261678	— 15	2.2251378	— 16	2.8271978	— 17	3.3586767	— 18

Reihe.	$e \frac{dR}{1.d\rho}$	Pot. von ρ.	$e^2 \frac{d^2R}{1.2d\rho^2}$	Pot. von ρ.	$e^3 \frac{d^3R}{1.2.3d\rho^3}$	Pot. von ρ.	$e^4 \frac{d^4R}{1.2.3.4d\rho^4}$	Pot. von ρ.	$e^5 \frac{d^5R}{1.2...5d\rho^5}$	Pot. von ρ.
B.	0.8628268	— 6	1.3397481	— 7	1.7079248	— 8	2.0089548	— 9	2.2642273	— 10
	0.5372285	— 8	1.1392885	— 9	1.6164098	— 10	2.0143498	— 11	2.3567725	— 12
	1.1382348	— 10	1.8372048	— 11	2.4014762	— 12	2.8785975	— 13	3.2935708	— 14
	0.8669154	— 12	1.6450667	— 13	2.2818888	— 14	2.8259568	— 15	3.3030781	— 16
	1.2986421	— 14	2.1437402	— 15	2.8427102	— 16	3.4447702	— 17	3.9762491	— 18
C.	0.9765612	— 8	1.5786212	— 9	2.0557425	— 10	2.4536825	— 11	2.7961052	— 12
	0.6555810	— 10	1.3545510	— 11	1.9188224	— 12	2.3959437	— 13	2.8109170	— 14
	1.2084789	— 12	1.9806302	— 13	2.6234523	— 14	3.1675203	— 15	3.6446416	— 16
	0.9459770	— 14	1.7910750	— 15	2.4900450	— 16	3.0921050	— 17	3.6235839	— 18
D.	1.0535210	— 10	1.7524910	— 11	2.3167624	— 12	2.7938837	— 13	3.2088570	— 14
	0.7356365	— 12	1.5137878	— 13	2.1506099	— 14	2.6946779	— 15	3.1717992	— 16
	1.2623263	— 14	2.1074243	— 15	2.8063943	— 16	3.4084543	— 17	3.9399332	— 18
E.	1.1113002	— 12	1.7894515	— 13	2.4262736	— 14	2.9703416	— 15	3.4474629	— 16
	0.7958197	— 14	1.6409177	— 15	2.3398877	— 16	2.9419477	— 17	3.4734266	— 18
F.	1.1573985	— 14	2.0024965	— 15	2.7014665	— 16	3.3035265	— 17	3.8350054	— 18
𝔄.	9.8750613	— 4	0.1760913	— 5	0.3979400	— 6	0.5740313	— 7	0.7201593	— 8
	9.9719713	— 6	0.4490926	— 7	0.8170693	— 8	1.1180993	— 9	1.3733718	— 10
	0.0108893	— 8	0.6129493	— 9	1.0900706	— 10	1.4880106	— 11	1.8304333	— 12
	0.0320786	— 10	0.7310486	— 11	1.2953200	— 12	1.7724413	— 13	2.1874147	— 14
	0.0454426	— 12	0.8235939	— 13	1.4604160	— 14	2.0044840	— 15	2.4816053	— 16
	0.0546507	— 14	0.8997487	— 15	1.5987187	— 16	2.2007787	— 17	2.7322576	— 18
𝔅.	0.3521826	— 4	0.6532126	— 5	0.8750613	— 6	1.0511526	— 7	1.1972806	— 8
	0.3187588	— 6	0.7958801	— 7	1.1638568	— 8	1.4648868	— 9	1.7201593	— 10
	0.3331086	— 8	0.9351686	— 9	1.4132899	— 10	1.8102299	— 11	2.1526526	— 12
	0.3453430	— 10	1.0443130	— 11	1.6085844	— 12	2.0857057	— 13	2.5006791	— 14
	0.3544416	— 12	1.1325929	— 13	1.7694150	— 14	2.3134830	— 15	2.7906043	— 16
	0.3612846	— 14	1.2063826	— 15	1.9053526	— 16	2.5074126	— 17	3.0388915	— 18
ℭ.	0.5617968	— 6	1.0389181	— 7	1.4068948	— 8	1.7079248	— 9	1.9631974	— 10
	0.4122898	— 8	1.0143498	— 9	1.4914711	— 10	1.8894111	— 11	2.2316338	— 12
	0.3867357	— 10	1.0857057	— 11	1.6499771	— 12	2.1270984	— 13	2.5420719	— 14
	0.3802488	— 12	1.1584001	— 13	1.7952222	— 14	2.3392902	— 15	2.8164115	— 16
	0.3790133	— 14	1.2241113	— 15	1.9230813	— 16	2.5251413	— 17	3.0566202	— 18
𝔇.	0.6755312	— 8	1.2775912	— 9	1.7547125	— 10	2.1526525	— 11	2.4950752	— 12
	0.4794898	— 10	1.1784598	— 11	1.7427312	— 12	2.2198525	— 13	2.6348260	— 14
	0.4314014	— 12	1.2095527	— 13	1.8463748	— 14	2.3904428	— 15	2.8675641	— 16
	0.4121816	— 14	1.2572796	— 15	1.9562496	— 16	2.5583096	— 17	3.0897885	— 18
𝔈.	0.7524910	— 10	1.4514610	— 11	2.0157324	— 12	2.4928537	— 13	2.9078271	— 14
	0.5315165	— 12	1.3090678	— 13	1.9464899	— 14	2.4905579	— 15	2.9676792	— 16
	0.4690864	— 14	1.3141844	— 15	2.0131544	— 16	2.6152144	— 17	3.1466933	— 18
𝔉.	0.8102711	— 12	1.5884244	— 13	2.2252445	— 14	2.7693125	— 15	3.2464338	— 16
	0.5738219	— 14	1.4189199	— 15	2.1178899	— 16	2.7199499	— 17	3.2514288	— 18
𝔊.	0.8563685	— 14	1.7014665	— 15	2.4004365	— 16	3.0024965	— 17	3.5339754	— 18

Um den Gebrauch vorstehender Tabelle zu erläutern, wollen wir ΔA berechnen, d. i. den Zuwachs, welchen die Reihe A erhällt, wenn $\varrho = 3$, $\epsilon = \frac{1}{10}$.

	0.3521826			0.6532126	
$\log \varrho^{-4} =$	8.0915148		$\log \varrho^{-5} =$	7.6143935	
	8.4436974 . .	0.0277778		8.2676061 . .	0.0185185
	0.0177288			0.4948501	
$\log \varrho^{-6} =$	7.1372722		$\log \varrho^{-7} =$	6.6601509	
	7.1550010 . .	14289		7.1550010 . .	14289
	0.7368009			1.3388609	
$\log \varrho^{-8} =$	6.1830296		$\log \varrho^{-9} =$	5.7059083	
	6.9198305 . .	8314		7.0447692 . .	11086
	0.4496350			1.1486050	
$\log \varrho^{-10} =$	5.2287870		$\log \varrho^{-11} =$	4.7516657	
	5.6784220 . .	477		5.9002707 . .	795
	0.9310941			1.7092454	
$\log \varrho^{-12} =$	4.2745444		$\log \varrho^{-13} =$	3.7974231	
	5.2056385 . .	160		5.5066685 . .	321
	0.6810698			1.5261678	
$\log \varrho^{-14} =$	3.3203018		$\log \varrho^{-15} =$	2.8431805	
	4.0013716 . .	10		4.3693483 . .	23
		0.0301028			0.0211699

Also ist $\frac{dA}{1.d\varrho} = 0.0301028$, $\frac{d^2A}{1.2d\varrho^2} = 0.0211699$; auf dieselbe Art findet sich $\frac{d^3A}{1.2.3d\varrho^3} = 0.0126554$, $\frac{d^4A}{1.2.3.4d\varrho^4} = 0.0069651$, $\frac{d^5A}{1.2.3.4.5d\varrho^5} = 0.0036668$.

Führt man eine ähnliche Berechnung für die folgenden Reihen aus, so findet sich

$$\Delta A = -\epsilon.0.0301028 + \epsilon^2.0.0211699 - \epsilon^3.0.0126554 + \epsilon^4.0.0069651 - \epsilon^5.0.0036668$$

$$\Delta B = -\epsilon.0.0107782 + \epsilon^2.0.0111279 - \epsilon^3.0.0090101 + \epsilon^4.0.0063124 - \epsilon^5.0.0040219$$

$$\Delta C = -\epsilon.0.0015529 + \epsilon^2.0.0021182 - \epsilon^3.0.0021765 + \epsilon^4.0.0018727 - \epsilon^5.0.0014254$$

$$\Delta D = -e.0.0002056 + e^2.0.0003487 - e^3.0.0004347 + e^4.0.0004445 - e^5.0.0003952$$
$$\Delta E = -e.0.0000256 + e^2.0.0000416 - e^3.0.0000609 + e^4.0.0000719 - e^5.0.0000728$$
$$\Delta F = -e.0.0000030 + e^2.0.0000070 - e^3.0.0000117 + e^4.0.0000156 - e^5.0.0000177$$

$$\Delta \mathfrak{A} = -e.0.0107221 + e^2.0.0077024 - e^3.0.0046821 + e^4.0.0026004 - e^5.0.0013683$$
$$\Delta \mathfrak{B} = -e.0.0310060 + e^2.0.0218860 - e^3.0.0130389 + e^4.0.0070837 - e^5.0.0036405$$
$$\Delta \mathfrak{C} = -e.0.0054413 + e^2.0.0056052 - e^3.0.0045139 + e^4.0.0031327 - e^5.0.0019678$$
$$\Delta \mathfrak{D} = -e.0.0007787 + e^2.0.0010593 - e^3.0.0010836 + e^4.0.0009263 - e^5.0.0006988$$
$$\Delta \mathfrak{E} = -e.0.0001028 + e^2.0.0001739 - e^3.0.0002160 + e^4.0.0002199 - e^5.0.0001943$$
$$\Delta \mathfrak{F} = -e.0.0000129 + e^2.0.0000261 - e^3.0.0000382 + e^4.0.0000450 - e^5.0.0000456$$
$$\Delta \mathfrak{G} = -e.0.0000015 + e^2.0.0000035 - e^3.0.0000058 + e^4.0.0000078 - e^5.0.0000088$$

Setzt man in diesen Reihen $e = \pm \frac{1}{10}$, so findet man

$$\Delta A = \mp 0.00301028 + 0.00021170 \mp 0.00001266 + 0.00000070 \mp 0.00000004$$
$$\Delta B = \mp 0.00107782 + 0.00011128 \mp 0.00000901 + 0.00000063 \mp 0.00000004$$

d. i. $\Delta A = \mp 0.00302298 + 0.00021239 = \begin{cases} -0.00281059 \\ +0.00323537 \end{cases}$

$\Delta B = \mp 0.00108687 + 0.00011191 = \begin{cases} -0.00097497 \\ +0.00119878 \end{cases}$

Nun ist für $\varrho = 5$, $A = 0.02901196$ $\quad B = 0.00630875$

$\Delta A = \begin{cases} -0.00281059 \\ +0.00323537 \end{cases}$ $\quad \Delta B = \begin{cases} -0.00097496 \\ +0.00119878 \end{cases}$

Also ist für $\varrho = \begin{Bmatrix} 5.1 \\ 2.9 \end{Bmatrix}$, $A = \begin{cases} 0.02620137 \\ 0.03224733 \end{cases}$ $\quad B = \begin{cases} 0.00533379 \\ 0.00750753 \end{cases}$

Setzt man in die Reihen A und B §. 21 $\varrho = 5.1$, so findet sich $A = 0.02620157$, $B = 0.00533381$, wie oben.

§. 24. Nachstehende Tabelle enthält die Werthe des Winkels ω, berechnet nach der Formel γ §. 19 (wo $r = 2$), für verschiedene Werthe von ϱ und u *):

*) Wenn der Winkel ω = PBQ negativ wird, so gibt das zu erkennen, dafs die magnetische Direction BQ auf die andere Seite des Perpendikels BP falle, d. i. zwischen ihm und dem Mittelpunkte des Magneten.

ρ.	Winkel ω.										
u =	1°.	5°.	10°.	20°.	30°.	40°.	50°.	60°.	70°.	80°.	90°.
2	. .	−80°21′	−70°38′	−52°12′	−34°22′	−16°53′	+ 0 57′	+19°55′	+40°59′	+64°30′	+90°0′
1½	. .	−77 32	−65 35	−44 15	−25 50	− 8 55	+ 7 53	+25 39	+45 5	+66 46	+90 0
1¼	. .	−72 11	−56 57	−34 17	−16 57	− 1 33	+13 58	+30 24	+48 28	+68 34	+90 0
1⅛	. .	−63°32′	−46°28′	−25°45′	−10°29′	+ 2°27′	+18°26′	+33°27′	+49°37′	+69°42′	+90°0′
1	−41°38′	−33 52	−28 16	−14 3	− 2 13	+ 9 55	+22 52	+37 13	+53 17	+70 3	+90 0
⅞	+ 2 44	− 0 55	− 3 58	+ 0 16	+ 8 30	+17 21	+28 40	+41 40	+56 23	+72 41	+90 0
¾	+ 5° 9′	+10°55′	+11°25′	+13° 9′	+16° 8′	+28°58′	+35°28′	+47° 0′	+59°59′	+74°34′	+90°0′
[illegible]	+ 6 33	+16 34	+21 12	+24 53	+29 4	+35 13	+42 36	+52 51	+64 9	+76 43	+90 0
[illegible]	+ 7 40	+21 21	+28 45	+35 15	+39 43	+44 57	+51 38	+ 9 33	+68 51	+79 18	+90 0
[illegible]	. .	+26 11	+36 17	+45 17	+50 24	+55 9	+60 33	+66 50	+73 51	+81 48	+90 0

Erwägt man die Werthe des Winkels ω in vorstehender Tabelle, so erhellt, daſs, wenn der Winkel u unverändert ist, d. h. in einer und derselben geraden Linie von des Magneten Mittelpunkte, die negativen Werthe, wenn ρ wächst, gröſser, die positiven kleiner werden. So ist, wenn $u = 10°$ für die Werthe von $\rho = 1\frac{1}{4}, 1\frac{1}{2}, 2$, $\omega = -56° 57', -65° 35', -70° 38'$, und wenn $u = 80°$ für die nämlichen Werthe von ρ, $\omega = +68° 34', +66° 46', +64° 30'$. Man könnte fragen: welchen Werth soll man nach und nach u geben, damit der Winkel ω für verschiedene Werthe von ρ dieselbe Gröſse behalte. Um diese Frage zu beantworten, müſste man zuvor folgende Aufgabe auflösen: *wenn ρ und ω gegeben sind, u zu finden*. Eine directe Auflösung würde schwierig seyn; wir begnügen uns daher damit, diese Werthe von u durch Interpolation der obenstehenden Tabelle zu finden. So ist für $\rho = 1\frac{1}{2}$, wenn $u = 0°$, $\omega = -90°$, und wenn $u = 5°$, $\omega = -77° 32'$; also wenn u um 5° zunimmt, so nimmt der negative Werth von ω um $90° - 77° 32' = 12° 28'$ ab. Sucht man nun den Werth von u, welcher zu $\omega = -80°$ gehört, so erhält man folgende Proportion $12° 28' : 10° = 5° : x = 4°$; wenn also ω um 10° abnimmt, so nimmt u um 4° zu, d. h. $\omega = -80°$, wenn $u = 4°$. Auf diese Weise sind die Werthe von u in folgender Tabelle gefunden, welche in ganzen und zehntel Graden ausgedrückt sind.

ρ	Werthe von u.																		
	−90°	−80°	−70°	−60°	−50°	−40°	−30°	−20°	−10°	0°	+10°	+20°	+30°	+40°	+50°	+60°	+70°	+80°	+90°
2	0.0	5.2	10.2	15.8	21.3	26.9	32.5	38.2	43.9	49.5	54.8	60.0	64.8	69.5	73.8	[illegible]	82.2	86.1	90.0
[illegible]	0.0	4.0	8.3	12.6	17.3	22.3	27.7	33.4	39.1	45.3	51.2	55.8	62.2	67.4	[illegible]	[illegible]	81.4	85.7	90.0
[illegible]	0.0	2.8	5.7	9.0	13.1	17.5	22.5	28.3	34.5	41.0	47.5	53.7	59.8	65.3	70.7	75.7	80.7	85.3	90.0
[illegible]	0.0	1.9	8.3	6.1	9.0	13.1	18.0	23.8	30.4	38.1	44.2	49.8	57.4	64.1	70.2	75.2	80.1	85.1	90.0
1	0.0	.	.	.	.	1.8	8.6	15.6	23.3	38.8	40.1	47.8	55.0	61.7	68.0	74.0	80.0	85.0	90.0
[illegible]	.	.	.	.	.	.	.	.	.	[illegible]	31.6	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	78.4	84.2	90.0
[illegible]	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	4.3	33.9	44.2	[illegible]	[illegible]	[illegible]	76.9	83.5	90.0
[illegible]	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2.5	8.7	31.5	46.4	57.2	66.3	[illegible]	82.5	90.0
[illegible]	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1.7	4.6	11.9	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	80.7	90.0
[illegible]	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	6.9	14.2	29.3	49.0	64.5	77.7	90.0

AC (Fig. 20) sey die halbe Magnetaxe, C ihr Mittelpunkt, A ihr Pol; man theile die Halbaxe in 8 gleichgroſse Theile, trage sie auf die verlängerte Axe AD, errichte CE lothrecht auf AC und beschreibe von C als Mittelpunkte concentrische Kreisbogen durch die oberwähnten Theilungspunkte. In diesen Bogen bemerke man die Punkte, wo der Winkel ω nach vorstehender Tabelle eine gewisse Gröſse hat, z. B. alle Werthe von *u*, für welche ω ist $= + 80°$. So setze man im äuſsersten Kreise (wo $\varrho = 1\frac{1}{2} = \frac{12}{8}$) einen Punkt bey $u = 86°,1$; im nächsten (wo $\varrho = 1\frac{1}{2} = \frac{12}{8}$) einen Punkt bey $u = 85°,7$ u. s. w. und verbinde alle diese Punkte durch krumme Linien; diese krummen Linien nennen wir die *isogonischen Linien*, weil die magnetische Direction in ihnen einen *beständigen* Winkel mit dem Perpendikel auf der Magnetaxe bildet. Bey Betrachtung der Figur ersieht man: 1) daſs das Perpendikel CE durch des Magneten Mittelpunkt die isogonische Linie sey für $\omega = + 90°$, und die verlängerte Axe DA die isogonische Linie für $\omega = - 90°$; daſs alle isogonische Linien für negative Werthe von ω und die Linie für $\omega = 0°$ im Magnetpole A zusammenlaufen; die isogonischen Linien dagegen für die positiven Werthe von ω sich im Mittelpunkte C des Magneten vereinigen*).

Die Tabelle zeigt, daſs sie sämtlich mehr und mehr von der verlängerten Axe AD entfernen und dem Perpendikel EC nähern, je gröſser die

*) Auch ist leichtlich abzunehmen, daſs sie keine Hyperbeln sind, welches Prof. Steinhäuser in seiner Comment. de magnetismo telluris Sect. I. §. 19 pag. 39 behauptet.

Entfernung ρ von des Magneten Mittelpunkte wird. So ist (Fig. 20) der Bogen Xa = $2\frac{8}{10}$, der Bogen XIIb = 4 und der Bogen XVIc = $5\frac{2}{10}$ Graden. Wofern sie demnach nicht sämtlich nachgerade mit dem Perpendikel EC zusammen fallen sollen, so muſs es für jede isogonische Linie eine gerade Linie durch des Magneten Mittelpunkt geben, welchem sie sich ohne Ende nähert, d. h. eine *Asymptote*. In §. 20 Zusatz ward gefunden, daſs, wenn ρ unendlich groſs wäre, so würde $\cot\omega = \frac{-\sin 2u}{\cos 2u + \frac{1}{3}}$; hieraus läſst sich der Winkel u auf folgende Weise finden: $\frac{1}{3}\cot\omega + \cot\omega\,.\cos 2u = -\sin 2u$, also $\sin 2u + \cot\omega\,.\cos 2u = -\frac{1}{3}\cot\omega$. Durch Multiplication der Gleichung mit $\sin\omega$ findet sich $\sin 2u\,.\sin\omega + \cos\omega\,.\cos 2u = -\frac{1}{3}\cos\omega$, d. i. $\cos(2u - \omega) = -\frac{1}{3}\cos\omega$. Setzt man $2u - \omega = m$, so ist $\cos m = -\frac{1}{3}\cos\omega$, und $m + \omega = 2u$, folglich $u = \frac{m + \omega}{2}$. Ist z. B. $\omega = \pm 80°$, so ist $-\frac{1}{3}\cos\omega = \cos m$ $= -0.0578827 = \cos 93°\ 19'\ 6''$; also $\frac{m + \omega}{2} = \frac{93°\ 19'\ 6'' \pm 80°}{2}$, d. i. für $\omega = +80°$, $u = \frac{173°\ 19'\ 6''}{2} = 86°\ 39'\ 33''$, und für $\omega = -80°$, $u = \frac{13°\ 19'\ 6''}{2} = 6°\ 39'\ 33''$*). Die dermaſsen berechneten Werthe von u für $\rho = \infty$, zugleich mit den nämlichen Werthen von u für $\rho = 4$ (wenn die halbe Magnetaxe = 1 gesetzt wird), findet man in folgender Tabelle.

ρ.	Werthe von u.						
$\omega =$	$-90°$.	$-60°$.	$-30°$.	$0°$.	$+30°$.	$+60°$.	$+90°$.
∞	0°	19° 48′	38° 23′	54° 44′	68° 23′	79° 48′	90° 0′
4	0	18 48	36 56	53 26	67 31	79 23	90 0

*) Für $\omega = 0$, findet man $\cos m = \cos 2u = -\frac{1}{3}$, also $2u = 109°\ 28'\ 16'',38$, und $u = 54°\ 44'\ 8'',19$.

In Fig. 21 sey AC die halbe Magnetaxe, C ihr Mittelpunkt, A ihr Pol, CD sey = 4AC und CE lothrecht auf DC. Man construire auf dieselbe Art wie in Fig. 20 die isogonischen Linien für $\omega = -60^\circ$, $\omega = -30^\circ$, $\omega = 0^\circ$ u. s. w., und führe sie fort mit Hülfe der vorstehenden Tabelle bis $\rho = 4$; setzet man nun die Winkel aCD = 19° 48′, bCD = 38° 25′, cCD = 54° 44′ u. s. w. nach der vorigen Tabelle, so sind die Linien aC, bC, cC u. s. w. Asymptoten der isogonischen Linien.

§. 25. Man errichte ein Perpendikel Hvii auf einem der Theilungspunkte in der Axe AC (Fig. 20). Diese Linie schneidet die isogonische Linie für $\omega = 0^\circ$ in zwey Punkten H und *h*; aber in letzterer Linie ist die magnetische Direction überall lothrecht gegen die Axe AC (da $\omega = 0^\circ$). Also drückt die Linie Hhvii die magnetische Direction in den Punkten H und *h* aus. Man ziehe eine Linie Lvii, welche einen Winkel LviiH = 10° mit der lothrechten Linie Hvii bildet; diese Linie schneidet die isogonische Linie für $\omega = -10^\circ$ in zwey Punkten L und *l*. Fället man ein Perpendikel vom Punkte L auf die Axe AC, so bildete die Linie Lvii einen Winkel = — 10° mit diesem Perpendikel (falls man nämlich, wie mit dem Winkel ω, den Winkel für negativ rechnet, wenn die Linie zwischen den Perpendikel und den Mittelpunkt fällt). Also drückt die Linie Llvii die magnetische Direction in den Punkten L und *l* aus. Auf gleiche Weise ist es deutlich, daſs, wofern die Linie Nvii einen Winkel von 20° mit dem Perpendikel Hvii bildet, so drückt sie die magnetische Direction in den zwey Punkten N und *n* aus, in welchen sie die isogonische Linie für $\omega = -20^\circ$ schneidet. Ferner ziehe man eine Linie Mvii, welche einen Winkel = 10° auf der entgegengesetzten Seite des Perpendikels Hvii bildet (also = + 10°); diese schneidet die isogonische Linie für $\omega = +10^\circ$ im Punkte M, wo sie die magnetische Direction ausdrückt. Dieses setze man fort auf beiden Seiten, indem man nämlich Linien zieht, welche mit dem Perpendikel Hvii Winkel bilden = ± 20°, ± 30°, ± 40° u. s. w. Die Punkte, worin alle diese Linien die entsprechenden isogonischen Linien schneiden, fallen in einer krummen Linie CMNnhvii, deren einer Endpunkt im Mittelpunkt C des Magneten und der andere im Punkte vii ist, und welche die Beschaffenheit hat, daſs in ihr die magnetischen

Directionen überall gegen den Punkt VII convergiren. Dadurch dafs man ähnliche Winkel an den übrigen Punkten VI, V, IV u. s. w. der Magnetaxe trüge, oder, welches einerley ist, dadurch dafs man Linien parallel mit LVII, HVII, MVII u. s. w. durch obige Punkte zöge, könnte man andre krumme Linien bekommen, in welchen die magnetischen Directionen gegen die Punkte VI, V, IV u. s. w. convergirten. Diese Linien, welche eine Art Trajectorien sind, sieht man in Fig. 22, wo jede Linie mit einer Zahl bezeichnet ist, welche ausweiset, nach welchem Punkte zu in der Magnetaxe die magnetischen Directionen in derselben convergiren.

Zusatz. Die Winkel HVIIM, HVIIL u. s. w. trägt man mit Hülfe de eingetheilten Quadranten DE (Fig. 20) leicht auf. Es ist unnöthig die Linie HVII, MVII u. s. w. zu ziehen, nur mufs man ihre Durchschnittspunkte H M u. s. w. mit den entsprechenden isogonischen Linien bemerken. We eines Dreieckes eine Seite einmal in die Direction MVII gelegt ist, so drüc sie die magnetische Direction in der ganzen isogonischen Linie für $\omega = + 1$ aus; man führe sie also parallel mit sich selbst bis zum Punkte VIII in Magnetaxe, und bezeichne den Punkt, wo sie die krumme Linie schneid mit der Zahl VIII; führe sie ferner parallel mit sich selber zum Punkte IX der verlängerten Axe, und bezeichne den Punkt, wo sie die krumme L schneidet, mit der Zahl IX, u. s. w. Man theile eben so die übrigen iso schen Linien ein und verbinde die mit derselben Zahl bezeichneten Pu mit krummen Linien, so hat man die Linien in Fig. 22.

§. 26. Aufgabe. *Die magnetische krumme Linie (curva magne zu construiren.*

ABC (Fig. 23) sey ein lineärer Magnet; Cc ein Perpendikel durch Mittelpunkt C; *acb* sey ein unendlich kleiner Magnet, dessen Mittelp in den Perpendikel Cc fällt. Sind die Pole A und B gleich stark, so w Magnet *acb* parallel seyn mit ACB. Man stelle sich vor, dafs der Mitt C des Magneten *acb* ein unendlich kleines Stück nach der Direction rücke, so dafs der Mittelpunkt *c* nach *a* käme, so wird der unendlic Magnet nun nicht länger in einer Linie in Ruhe seyn wollen, welche ist mit AB (da der Mittelpunkt *c* näher am Pole B als am Pole A is

dern wird eine geneigte Lage annehmen, welche einen unendlich kleinen Winkel *dac* mit seiner vorigen Lage *ca* macht. Ferner stelle man sich vor, der Mittelpunkt rücke ein unendlich kleines Stück nach seiner jetzigen Direction *ae* von *a* nach *e*, so wird der unendlich kleine Magnet eine neue Lage *feg* annehmen, welche mit seiner vorigen Lage einen Winkel *fea* macht. Der nämliche Fall wird eintreten, wenn man den Mittelpunkt von *e* nach *g* rücken ließe. Der krummlinigte Weg *caeg*, welchen inzwischen der Mittelpunkt durchlaufen hat, ist die *magnetische Curve.*

Dadurch, daß man die Gleichungen für cot ω in §. 19, 20 integrirte, könnte man eine Gleichung für diese Curve bekommen; aber die transcendenten Größen, welche sie enthalten, machen sie für die Behandlung allzu schwierig. Herr *Lambert* hat eine Weise angegeben, sie mit Hülfe der im vorigen §. gefundenen krummen Linien aus ihren Tangenten zusammenzusetzen*), welche wir hier auseinandersetzen wollen.

Man ziehe eine Linie *ab* (Fig. 24), welche einen willkührlichen Winkel *mab* mit der geraden Linie *sm* bildet; ziehe darauf durch den Punkt *b* eine Linie *bc*, welche einen Winkel *nbc* = *mab* mit der Linie *ab* bildet, und setze *bc* = *ab*; ziehe ferner eine Linie *cd*, welche einen Winkel *ocd* = *nbc* = *mab* mit der Linie *bc* bildet, und setze *cd* = *bc* = *ab* u. s. w., so werden die Mittelpunkte *s*, *t*, *u*, *v* von diesen gleichgroßen Linien in einen Kreisbogen fallen; denn der Kreis ändert in gleich großer Entfernung gleich viel seine Direction, d. i. hat überall gleich große Krümmung. Ist ACB (Fig. 25) eine krumme Linie, AT eine Tangente zum Punkte A, BT eine Tangente zum Punkte B, so wird BT größer seyn als AT, wofern die Krümmung der Linie größer ist in A als in B. Je näher man B bey A nimmt, desto geringer wird (zufolge der *lex continuitatis*) der Unterschied zwischen der Krümmung auf beiden Seiten und folglich auch der Unterschied der Tangenten; und nimmt man B unendlich nahe bey A, so wird der Unterschied der Krümmung und der Tangenten unendlich klein seyn. AT und BT müssen dann wie die Tangenten eines Kreises angesehen werden, welcher die

*) Siehe Mem. de l'acad. d. sc. à Berlin, Ann. 1766, Tom. XXII.

nämliche Krümmung hat, wie die krumme Linie im Punkte A (der Krümmungs-Kreis). Kennt man also das Gesetz für die Tangenten einer krummen Linie, so kann man ohne bedeutenden Fehler die krumme Linie aus *gleichgroſsen* Tangenten zusammensetzen, wenn diese nicht zu groſs genommen werden.

Man ziehe durch den Punkt VII in der Magnetaxe eine gerade Linie VII$N\alpha$, welche die Curve VII (Fig. 20) im Punkte N schneidet, wo sie also (nach §. 25) mit der magnetischen Direction zusammenfällt; durch den Punkt VIII in der Magnetaxe und den Punkt α, welcher ungefähr mitten zwischen den Curven VII und VIII liegt, ziehe man eine andre gerade Linie VIII$\alpha\gamma$, welche die Curve VIII im Punkte β schneidet, wo sie demnach mit der magnetischen Direction zusammenfällt; ferner ziehe man durch den Punkt IX in der verlängerten Axe und den Punkt γ, welcher ungefähr mitten zwischen den Curven VIII und IX liegt, eine gerade Linie IX$\gamma\varepsilon$, welche die Curve IX im Punkte δ schneidet, wo sie die magnetische Direction ausdrückt u. s. w. Die Linien $N\alpha$, $\alpha\gamma$, $\gamma\varepsilon$ sind also Tangenten zu der magnetischen Curve, und die Punkte N, β, δ liegen in der krummen Linie selbst. In je mehr Theile daher die Magnetaxe AC getheilt ist, desto dichter fallen die krummen Linien in §. 25, und desto kürzer werden die Tangenten $\alpha\gamma$, $\gamma\varepsilon$ (Fig. 20); aber dadurch fallen sie auch mehr zusammen mit der magnetischen Curve. Auf diese Weise sind die krummen Linien in Fig. 22 construirt.

Deutlicher sieht man diese Linien in der 26sten Figur, wo die trajectorischen Hülfslinien ausgelassen sind; hier stellt AB die ganze Magnetaxe, C ihren Mittelpunkt vor, worin das Perpendikel EC errichtet ist. Bey Betrachtung dieser Figur ist einleuchtend: 1) aus jedem Punkte in der Magnetaxe AB entspringt eine krumme Linie, welche wieder auf der entgegengesetzten Seite des Mittelpunkts C in gleicher Entfernung von demselben in die Axe einläuft; Perpendikel EC theilt sie alle in zwey congruente Zweige; 2) die, welche in der Nähe des Mittelpunkts entspringen, haben die gröſste Krümmung; die, welche in der Nähe der Pole A und B entspringen, nähern sich mehr der geraden Linie. Aus den Endpunkten A und B selbst entspringen die magnetischen Linien AD, BF, welche mit der verlängerten Axe zusammenfallen und

einen unendlich grofsen Krümmungsradius haben; 3) jede magnetische Linie (wenigstens die in der Nähe der Pole) hat einen Wendepunkt *(punctum reflexus)*, worin die Krümmung sich nach der entgegengesetzten Seite verändert; 4) die Linien, welche nahe bey den Polen entspringen, haben zwey Punkte, in welchen sie lothrecht gegen die Axe AB stehen (oder in welchen die Tangente lothrecht auf AB ist). Die Linie POA, welche die isogonische Linie für $\omega = 0^0$ ist, schneidet diese Curven nahe am Pole in zwey Punkten, in welchen die Tangente also lothrecht auf AB steht. Der eine von diesen Punkten, z. B. O, ist zugleich derjenige, worin die Curve ihre gröfste Entfernung vom Perpendikel EC hat, oder, wenn EC für die Abscidelinie gerechnet wird, worin die Ordinate ihr Maximum hat.

Aehnliche Linien wurden vermittelst der Formel für cot ω in §. 19 No. I. α (wo $r = 1$) construirt, welche blos darin von den krummen Linien in Fig. 26 verschieden waren, dafs die Queraxe EC in jenen etwas gröfser als in diesen war; diese sind, um Weitläuftigkeit zu vermeiden, ausgelassen.

Legt man einen künstlichen Magneten unter eine ebene, doch nicht allzu glatt geschliffene Messingplatte, oder unter ein Stück Papier, und streuet Eisenfeilspähne auf die Fläche, so ordnen sich, wenn man kleine Schläge auf die Ecke thut, die Feilspähne in eine Art krumme Linien, welche grofse Aehnlichkeit mit den hier *a priori* gefundenen haben. Am besten geschieht diese Vergleichung, wenn man im voraus auf dem Papiere oder der Platte die Curven in Fig. 26 so construirt, dafs AB gleich der Länge des Magneten gesetzt wird, dessen man sich zum Versuche bedienen will, und man den Magneten so darauf legt, dafs er genau von der Linie AB gedeckt wird. Je geringer des Magneten Breite und Dicke im Vergleiche mit seiner Länge ist, desto gröfser wird die Uebereinstimmung werden. Sind dagegen die Curven nach §. 19 I. α construirt, so werden die Queraxen höher als bey den Feilspähnlinien. Dieses beweist ebenfalls, dafs die bisher angenommene Hypothese $r = 2$ der Wahrheit am nächsten komme.

§. 27. Problem. *Wenn ein unendlich kleiner Magnet sich in eines Kreises Mittelpunkts befindet, den Winkel zu finden, welchen die magnetische Direction in einem gegebenen Punkte der Peripherie mit der Tangente derselben macht.*

Der Kreis sey ANQS (Fig. 27), im Mittelpunkte C sey ein Magnet, welcher unendlich klein ist im Vergleiche mit dem Diameter NS; NS sey die nach beiden Seiten hin verlängerte Magnetaxe, AQ ein Perpendikel auf NS, also der magnetische Aequator, der Winkel LCN $= u$. Ist LM lothrecht auf der verlängerten Axe NS und LT eine Tangente in dem Punkte L, so ist der Winkel TLM $=$ LCN $= u$; ist nun Lγ die magnetische Direction im Punkte L, so ist der Winkel ML$\gamma = \omega$ (§. 19), also der Winkel TL$\gamma = i =$ TLM $-$ ML$\gamma = u - \omega$; d. i. $\omega = u - i$. Wenn die Magnetaxe unendlich klein ist, so ist nach §. 20 Zusatz 1, $\cot \omega = \frac{3 \cdot \sin 2u}{2 - 6 \cos^2 u} = \frac{3 \cdot \sin u . \cos u}{1 - 3 \cos^2 u}$; aber $\cot \omega = \cot (u - i) = \frac{1 + \operatorname{tg} u . \operatorname{tg} i}{\operatorname{tg} u - \operatorname{tg} i}$, also ist $(1 - 3 \cos^2 u)(1 + \operatorname{tang} u . \operatorname{tang} i)$ $= 3 . \sin u . \cos u (\operatorname{tang} u - \operatorname{tang} i)$; hieraus findet sich $[(1 - 3 \cos^2 u) \operatorname{tang} u + 3 \sin u \cos u] \operatorname{tang} i = 3 . \sin u . \cos u . \operatorname{tang} u - 1 + 3 \cos^2 u$, d. i. $\operatorname{tg} u . \operatorname{tg} i = 2$, und $\operatorname{tang} i = \frac{2}{\operatorname{tang} u} = 2 \cot u$.

Setzt man ACL $= \beta$, so ist $\operatorname{tang} i = 2 \operatorname{tang} \beta$; für $\beta = 0°$ wird also $i = 0°$, d. i. im Punkte A ist die Ruhelinie Tangente des Kreises. Von A nach N wächst i mit β und wird im Punkte A $= 90° = \beta$, im Punkte Q $= 180°$, im Punkte S $= 270°$ und im Punkte A wieder $= 360°$ oder $= 0°$. Setzt man aber im Punkte P den kleinsten Winkel der Ruhelinie mit der Tangente oder g$P\alpha = 180° -$ t$P\alpha = i$, so nimmt der Winkel i ab von N nach Q und wird in Q $= 0°$ für $\beta = 180°$. Im Punkte O, wo β negativ ist, wird i auch negativ, und in S $= - 90°$, für $\beta = - 90°$; von S nach Q nimmt dieser negative Werth von i ab und wird in Q $= 0°$ für $\beta = - 180°$.

Die Punkte A und Q, wo $i = 0°$, und die Punkte N und S, wo $i = 90°$, sind einander also diametral entgegengesetzt und theilen die Peripherie in vier gleichgroße Quadranten.

Ist ANQS der Durchschnitt einer Kugel, in deren Centrum C ein unendlich kleiner Magnet sich befindet, so wird der Winkel TLγ die magnetische Neigung, und also ist *die Tangente der Neigung doppelt so grofs, als die Tangente der magnetischen Breite* ACL. Ist ACL $= 0$, so ist $\operatorname{tg} i = 2 \operatorname{tg}$ ACL $= 0$;

d. i. im magnetischen Aequator A ist die Neigung $= 0°$; ist ACL $= 90°$, so ist tang $i = 2\,\infty$, also $i = 90°$, d. i. im Pole N ist die Neigung $= 90°$; ist ACL $= 45°$, so ist tang $i = 2$ tang ACL $= 2$, also $i = 63° 26'$, u. s. w.*).

Zusatz. Wenn die Erde also blos *eine* Magnetaxe in ihrem Mittelpunkte hätte, so könnte man durch zwey beobachtete Neigungen ihre Lage bestimmen. L und M (Fig. 8) seyen zwey Orte, in welchen die Neigung bekannt wäre; P sey der Erde Pol, B des Magneten Pol; BL sey $= U$, BM $= u$, die Neigung in L $= I$, die Neigung in M $= i$. Da die geographische Lage der Orte M und L bekannt ist, so hat man im △ LPM den Bogen LP, den Bogen MP und den Winkel LPM; hieraus sucht man den Bogen ML und den Winkel PLM. Im Orte L ist $\cot I = 2 \cot U$, also $\frac{1}{2} \cot I = \cot U = \cot BL$; im Orte M findet man auf gleiche Weise $\frac{1}{2} \cot i = \cot u = \cot BM$; da überdies der Bogen ML bekannt ist, so wird im △ BLM der Winkel BLM gesucht. Im △ BLP sind nun der Bogen BL und PL bekannt, so auch der Winkel BLP $=$ BLM $-$ PLM; hieraus wird der Bogen BP und der Winkel BPL gesucht, wodurch die Lage des Punktes B bestimmt ist.

§. 28. *Wenn der Magnet unendlich klein ist, eine Gleichung für die magnetische Curve zu finden.*

C (Fig. 28) sey des Magneten Mittelpunkt, CA die verlängerte Axe, DC der magnetische Aequator, CEMm die magnetische Curve; der Quadrant AgB sey beschrieben mit einem Radius AC $= 1$; der Bogen AG sey $= u$, MC $= y$. Man ziehe die Linie Cm unendlich nahe bey CM und beschreibe vom Mittelpunkte C aus den Bogen HMh mit einem Radius CM $= y$, so ist $mh = dy$, Gi $= du$, und CG:CM $=$ Gi:Mh, d. i. $1 : y = du : \mathrm{Mh} = y\,du$. Nun ist

tang HME $=$ tang mMh $= \frac{mh}{\mathrm{Mh}} = \frac{dy}{y\,du}$; aber nach §. 27 ist tg HME $=$ tg i

$= 2 \cot \mathrm{ACG} = 2 \cot u$, also ist $\frac{dy}{y\,du} = 2 \cot u$, und $\frac{dy}{y} = 2 \cot u\, du = \frac{2 \cos u\, du}{\sin u}$

*) Diese unmittelbare Formel für die Neigung ist überaus einfach; es ist sonderbar, dass Biot sie nicht gefunden hat, da sie doch unmittelbar aus seiner Formel folgte.

$= \frac{2 . d \sin u}{\sin u}$. Hieraus findet sich $\log y = \log c + 2 \log \sin u$, d. i. $y = c . \sin^2 u$; welches die gesuchte Gleichung für die magnetische Curve ist.

Für $u = 90°$ wird $y = c$, d. i. die gröfste Ordinate findet man $= c$ für $u = 90°$ oder im magnetischen Aequator; für $u = 60°$ wird $y = \frac{3}{4}c$; für $u = 45°$, $y = \frac{1}{2}c$; für $u = 30°$, $y = \frac{1}{4}c$; für $u = 0°$, $y = 0$. Will man nun die magnetische Curve construiren, so ziehe man die gerade Linie CA (Fig. 29) und setze sie $= c$, errichte den Perpendikel CP, welcher die verlängerte Magnetaxe vorstellt, beschreibe um das Centrum C einen Quadranten AP, und theile diesen in gleich grofse Bogen ein, z. B. von 10° zu 10° und ziehe Radien durch alle Theilungspunkte; schneide darauf vom Radius C 80 ab das Stück $Cm = c . \sin^2 80°$; vom Radius C 70° das Stück $Cn = c . \sin^2 70°$ u. s. w. und verbinde die Punkte Amnop durch eine krumme Linie, so i dies die magnetische Curve.

Fället man BF lothrecht auf CA, und setzet $BF = z$, $CF = x$, so $BF = BC . \sin BCF$; d. i. $z = y . \cos u = c . \sin^2 u . \cos u = \frac{1}{2}c . \sin u . \sin 2$ $FC = BC \times \cos BCF$; d. i. $x = y \sin u = c . \sin^3 u$. Nun wird BF = ein Maximum, wenn $dz = 0$, d. i. $0 = 2c \sin u \cos^2 u - c \sin^3 u$; also $2 \cos$ $= \sin^2 u$, und $\operatorname{tang} u = \sqrt{2} = \operatorname{tang} 54° 44' 8'',19$. In §. 24 wurde geze dafs für eine unendlich kleine Magnetaxe der Winkel $\omega = 0°$ wird, w $u = 54° 44' 8'',19$, d. i. für diesen Werth wird die magnetische Direc (welche immer als Tangente zur magnetischen Curve gedacht werden lothrecht gegen die verlängerte Magnetaxe CP, also parallel mit dem m tischen Aequator CA, welches vollkommen mit dem vorigen übereinsti Ist nun $BCP = a = 54° 44' 8'',19$, so ist $BC = y = c . \sin^2 a$, BF $= c . \sin^2 a . \cos a$, $CF = x = c . \sin^3 a$. Aber da $\operatorname{tang} a = \sqrt{2}$, so ist $= \frac{\operatorname{tang} a}{\sqrt{1 + \operatorname{tang}^2 a}} = \frac{\sqrt{2}}{\sqrt{3}} = \sqrt{\frac{2}{3}}$, $\cos a = \frac{1}{\sqrt{1 + \operatorname{tang}^2 a}} = \frac{1}{\sqrt{3}} =$ also $BC = \frac{2}{3}c$, $BF = c \times \frac{2}{3} \times \sqrt{\frac{1}{3}} = c . \sqrt{\frac{4}{27}} = c \times 0.3849$, CF $= c \times 0.5443$; folglich ist $AF = CA - CF = c(1 - 0.5443) = c \times$ die gröfste Ordinate BF liegt also näher bey dem Scheitelpunkte der C als beym Mittelpunkte des Magneten C.

Giebt man nachgerade c andre Werthe, so kann man um den magnetischen Mittelpunkt C unzählliche Curven beschreiben; diese werden alle einander ähnlich; die geraden Linien Cm, Cn, Co werden hier isogonische Linien; die Linie BC, welche einen Winkel BCP $= 54^\circ\ 44'\ 8'',19$ mit der verlängerten Axe CP bildet, durchschneidet in ihnen die Punkte B, B′.. u. s. w., wodurch die gröfste Abscisse BF, B′F′ u. s. w. geht. Je gröfser die Entfernung ϱ im Verhältnisse zur Magnetaxe wird, desto mehr nähern sich die krummen Linien in §. 26 (Fig. 26) der Aehnlichkeit mit den hier beschriebenen, sowie die isogonischen Linien sich der geraden Linie nähern.

Zusatz 1. Die Curve hat vier congruente Zweige CBA, CEQ, CGA und CDQ (Fig. 29), welche von den vier rechten Winkeln eingeschlossen werden, die von der nach beiden Seiten verlängerten Magnetaxe Pp und dem magnetischen Aequator AQ gebildet werden. Denn die Gleichung $y = c \sin^2 u$ giebt die nämlichen Werthe, wenn man statt $+u$ setzet $-u$, $180^\circ - u$ und $180^\circ + u$. Die Linien BD und EG, welche die Winkel BCP $=$ ECP $= 54^\circ\ 44'\ 8'',19$ mit der verlängerten Axe bildet (also den Winkel ECQ $= 35^\circ\ 15'\ 51'',81$ und den Winkel ECD $= 70^\circ\ 31'\ 43'',62$) schneidet die Punkte B, G, E, D für die gröfsten Ordinaten BF $=$ GF u. s. w. ab.

Zusatz 2. Will man eine Tangente nach einem Punkte M in der magnetischen Curve ziehen, so fälle man von M die Linie MO perpendikulär auf den magnetischen Aequator CQ und verlängere dieselbe so, dafs NO $=$ 2MO, verbinde alsdann den Punkt N mit des Magneten Mittelpunkte durch die Linie NC, und mache den Winkel TMR $=$ NCP, so ist TM eine Tangente zur magnetischen Curve im Punkte M. Denn in §. 27 wurde gezeigt, dafs, wenn γL (Fig. 27) die magnetische Direction war, und der Winkel, welchen sie mit der Tangente macht, oder TL$\gamma = i$, so war $\tang i = 2 \cot u$; also wird der Winkel γLC, welchen sie mit dem Radius macht, $= 90^\circ - i$. Setzt man nun in Fig. 29 MCP $= u$, so ist MCQ $= 90^\circ - u$ und MO $= \cot u$ (für CO als sin. tot); folglich NO $= 2 \cot u$ (nach der Construction) $= \tang i$. Also ist NCO $= i$, und NCP $= 90^\circ - i$; setzt man nun TMR $=$ NCP, so mufs TM die magnetische Direction im Punkte M seyn, also die Tangente zur Curve.

Zusatz 3. Da FBC $=$ BCP $= a$ (54° 44′), und $\tang a = \sqrt{2}$, so verhält sich $BF^2 : FC^2 : BC^2 = 1 : \tang^2 a : \sec^2 a = 1 : \tang^2 a : (1 + \tang^2 a) = 1:2:3$.

Zusatz 4. Da $BF^2 : FC^2 = 1 : 2$, so ist $FC^2 = 2BF^2$, also $2BF : FC = FC : BF$ oder $BG : FC = FC : BF$, d. i. die Entfernung der gröſsten Ordinate von C ist eine mittlere Proportionalgröſse zwischen der gröſsten Ordinate und ihrem Doppelten. Eben so ist $\frac{1}{2}FC^2 = BF^2$, also $FC : BF = BF : \frac{1}{2}FC$ d. i. die gröſste Ordinate ist eine mittlere Proportionallinie zwischen ihrer Entfernung vom magnetischen Mittelpunkte und der halben Entfernung. Is[t] von den vier Gröſsen AC, BC, CF, BF eine gegeben, so können die ander[n] leicht durch Construction gefunden werden.

§. 29. Problem. *Für einen unendlich kleinen Magneten die Zunahm[e] des Winkels ω zu finden, wenn der Winkel u zu oder abnimmt.*

Nach §. 20 ist $\cot\omega = -\frac{\sin 2u}{\frac{1}{3} + \cos 2u}$, also $d\cot\omega = -\frac{d\ldots}{\sin\ldots}$

$$= -\frac{(\frac{1}{3} + \cos 2u) . 2\cos 2u\,du + 2\sin^2 2u\,du}{(\cos 2u + \frac{1}{3})^2} = -\frac{2du(\cos^2 2u + \sin^2 2u + \frac{1}{3}\cos \ldots}{(\cos 2u + \frac{1}{3})^2}$$

$$= -\frac{2du(1 + \frac{1}{3}\cos 2u)}{(\cos 2u + \frac{1}{3})^2};\ \text{also ist}\ d\omega = \frac{2du(1 + \frac{1}{3}\cos 2u) . \sin^2\omega}{(\cos 2u + \frac{1}{3})^2}.$$

$$\sin^2\omega = \frac{1}{1 + \cot^2\omega} = \frac{9(\cos 2u + \frac{1}{3})^2}{10 + 6\cos 2u};\ \text{also}\ d\omega = \frac{18du(1 + \frac{1}{3}\cos \ldots}{10 + 6\cos \ldots}$$

$$= \frac{(9 + 3\cos 2u)du}{5 + 3\cos 2u} = \left(1 + \frac{4}{5 + 3\cos 2u}\right)du.$$

Für $u = 0°$ wird $d\omega = \frac{3}{2}du$; für $u = 90°$ wird $d\omega = 3du$, d. i[.] am magnetischen Aequator verändert ω sich drey Mal so schnell, als di[e mag]netische Breite; nahe am magnetischen Pole dagegen nur $1\frac{1}{2}$ Mal so [...]

Zusatz. Suchet man die Stelle, wo $d\omega = 2du$, so hat man $2 = \frac{9 + \ldots}{5 + \ldots}$ d. i. $10 + 6\cos 2u = 9 + 3\cos 2u$, folglich $3\cos 2u = -1$, ode[r] $= -\frac{1}{3}$. In diesem Punkte war $\omega = 0°$ (§. 24) und die Ordinate [der] magnetischen Curve ein Maximum (§. 28).

§. 30. *Für einen unendlich kleinen Magneten den Zuwachs des [...] (§. 27) zu finden, wenn u zu oder abnimmt.*

In §. 27 ward gezeigt, daſs $\text{tang}\, i = 2 \cot u = 2 \,\text{tang}\, \beta$ (wenn Winkel $ACL = 90^\circ - u = \beta$); also $d.\text{tang}\, i = 2d.\text{tang}\,\beta$, d. i. $di.\sec^2 i = 2d\beta.\sec^2\beta$. Hieraus findet sich $di = \frac{2d\beta.\sec^2\beta}{\sec^2 i}$; aber nun ist $\sec^2 i = 1 + \text{tang}^2 i$ $= 1 + 4\,\text{tang}^2\beta$, also $di = \frac{2\sec^2\beta}{1 + 4\,\text{tang}^2\beta}.d\beta = \frac{2d\beta}{\cos^2\beta + 4\sin^2\beta} = \frac{2du}{1 + 3\sin^2\beta}$ $= -\frac{2du}{1 + 3\cos^2 u}$, oder $\frac{di}{d\beta} = \frac{2}{1 + 3\sin^2\beta}$.

Für $\beta = 0^\circ$ findet sich also $di = 2d\beta$, für $\beta = 30^\circ$ $di = \frac{8}{7}d\beta$, für $\beta = 45^\circ$ $di = \frac{4}{5}d\beta$, für $\beta = 60^\circ$ $di = \frac{8}{13}d\beta$, endlich für $\beta = 90^\circ$ $di = \frac{1}{2}d\beta$. Ist ANQS der Durchschnitt einer Kugel, in dessen Mittelpunkte der unendlich kleine Magnet sich befindet, so ist der Winkel i die magnetische Neigung. Hieraus folget denn, daſs, *in der Nähe des magnetischen Aequators die Neigung doppelt so schnell wächset wie die magnetische Breite, in der Nähe des Poles nur halb so schnell;* eine Regel, welche schon im zweyten Hauptstücke *a posteriori* gefunden und mit vielem Vortheile bey der Construction der Neigungskarte benutzt wurde.

Da $di = \frac{2\sec^2\beta d\beta}{\sec^2 i}$, und $\sec^2\beta = 1 + \text{tang}^2\beta = 1 + \frac{1}{4}\text{tang}^2 i$, so ist $\frac{di}{d\beta} = \frac{2(1 + \frac{1}{4}\text{tang}^2 i)}{\sec^2 i} = \frac{1}{2}(4\cos^2 i + \sin^2 i) = \frac{3}{2}\cos^2 i + \frac{1}{2} = \frac{5}{4} + \frac{3}{4}\cos 2i$. Hieraus kann das Verhältniſs zwischen di und $d\beta$ gefunden werden, wenn die Neigung i gegeben ist, wie folgende Tabelle ausweiset, welche mit Nutzen bey der Construction der Neigungskarte gebraucht werden kann.

$i =$	0°	10°	20°	30°	40°	50°	60°	70°	80°	90°
$\frac{di}{d\beta} =$	2.000	1.955	1.824	1.625	1.380	1.120	0.875	0.675	0.545	0.500

Soll di gleich seyn $d\beta$, oder $\frac{di}{d\beta} = 1$, so bekommt man $1 = \frac{5}{4} + \frac{3}{4}\cos 2i$, also $\cos 2u = -\frac{1}{3}$, folglich $i = 54^\circ\ 44'\ 8'',19$, d. i. *der Zuwachs der Nei-*

gung ist gleich der Breitenänderung an den Orten der Kugel, wo die Neigung $= 54° 44'$ *ist,* welches man auch bey der Neigungskarte bestätigt finden wird.

Zusatz. Da $i = u - \omega$ (§. 27), so ist $di = du - d\omega$; nun ist, wenn $u = 90°$, $d\omega = 3du$ (§. 29), also $di = du - 3du = -2du = 2d\beta$ (denn $\beta = 90° - u$, also $d\beta = -du$); und wenn $u = 0°$, $d\omega = \frac{1}{2}du$, also $di = du - \frac{1}{2}du = -\frac{1}{2}du = \frac{1}{2}d\beta$, wie oben.

§. 31. Problem. *Wenn ein unendlich kleiner Magnet außerhalb des Mittelpunktes eines Kreises liegt, den Winkel i zu finden, welchen die magnetische Ruhelinie in einem gegebenen Punkte der Peripherie mit der Tangente des Punktes macht.*

I. In dem Kreise ANQS (Fig. 50) sey C des Kreises und c des Magneten Mittelpunkt; ncs sey die verlängerte Magnetaxe, NCS ein mit derselben paralleler Diameter, $\alpha\beta$ sey lothrecht auf ns durch des Magneten Mittelpunkt c, AQ ein damit paralleler Diameter. Man ziehe den Diameter BD durch die Mittelpunkte des Kreises und des Magneten C und c, und setze die *Excentricität* $Cc = e$, den *excentrischen Winkel* $ACB = \varepsilon$, den Bogen $Nn = Ss = a$, den Bogen $A\alpha = Q\beta = b$, $Lc = \varrho$; so ist, wenn des Kreises Radius $CN = 1$, $CE = e.\cos\varepsilon = \sin a$; $Ec = e.\sin\varepsilon = \sin b$. Suchet man nun den Winkel $NL\gamma = i$ im Punkte L, so ziehe man die Linien LC und Lc, fälle LF lothrecht auf NS und setze den Winkel $LCN = v$, $Lcn = u$. Nun ist $\sin u = \frac{Lf}{Lc} = \frac{LF - EC}{Lc} = \frac{\sin v - e.\cos\varepsilon}{\varrho}$; $\cos u = \frac{fc}{Lc} = \frac{FC + Ec}{Lc}$ $= \frac{\cos v + e.\sin\varepsilon}{\varrho}$. Aber $\cot\omega = \frac{3.\sin u.\cos u}{1 + 3\cos^2 u}$ (§. 20); also $3\sin u.\cos u$ $= \frac{3(\sin v - e.\cos\varepsilon)(\cos v + e.\sin\varepsilon)}{\varrho^2}$; $1 - 3\cos^2 u = \frac{\varrho^2 - 3(\cos v + e\sin\varepsilon)^2}{\varrho^2}$, folglich $\cot\omega = \frac{3(\sin v - e\cos\varepsilon).(\cos v + e\sin\varepsilon)}{\varrho^2 - 3(\cos v + e\sin\varepsilon)^2}$. Ist $L\gamma$ die magnetische Ruhelinie im Punkte L, so ist Winkel $\gamma Lf = \omega$, Winkel $NLF = NCL = v$, also $NL\gamma = i = NLF - \gamma Lf = v - \omega$, und $\omega = v - i$; folglich $\cot\omega$

$$= \cot(v - i) = \frac{1 + \tang v . \tang i}{\tang v - \tang i} = \frac{3(\sin v - e \cos \varepsilon)(\cos v + e \sin \varepsilon)^2}{\varrho^2 - 3(\cos v + e \sin \varepsilon)^2};$$

woraus endlich

$$\tang i = \frac{3(\sin v - e \cos \varepsilon)(\cos v + e \sin \varepsilon) \tang v - \varrho^2 + 3(\cos v + e \sin \varepsilon)^2}{[\varrho^2 - 3(\cos v + e \sin \varepsilon)^2] \tang v + 3(\sin v - e \cos \varepsilon)(\cos v + e \sin \varepsilon)}.$$

Aus dem Dreiecke LCc findet sich $Lc^2 = LC^2 + Cc^2 - 2 LC . Cc . \cos LCc$; aber $LCc = LCA + ACB = 90° - v + \varepsilon = 90° - (v - \varepsilon)$; folglich ist $\cos LCc = \sin(v - \varepsilon)$ und $\varrho^2 = 1 + e^2 - 2e \sin(v - \varepsilon)$. Setzet man diesen Werth von ϱ^2 in den vorigen Ausdruck, so erhält man nach einigen Reductionen

$$\tg i = \frac{2 - e^2 + e(4 \sin \varepsilon \cos v + 3e \sin^2 \varepsilon - \cos \varepsilon \sin v) + 3e \sin \varepsilon (\sin v - e \cos \varepsilon) \tg v}{(1 + e^2 - 2e \cos \varepsilon \sin v - 3e^2 \sin^2 \varepsilon) \tg v - 3e \cos \varepsilon (\cos v + e \sin \varepsilon) - e \sin \varepsilon \sin v},$$

oder wenn Zähler und Nenner multiplicirt werden mit $\cos v$

$$\tang i = \frac{[2 - e^2 + 3e^2 \sin^2 \varepsilon + e \sin(\varepsilon - v)] \cos v + 3e \sin \varepsilon (1 - e \cos \varepsilon \sin v)}{(1 + e^2 - 3e^2 \sin^2 \varepsilon) \sin v - e \cos \varepsilon (2 + 3e \sin \varepsilon \cos v) - e \cos(\varepsilon - v) \cos v}.$$

Setzet man hier $v = 0°$, so hat man

$$\tang i = - \frac{2 - e^2 + 3e^2 \sin^2 \varepsilon + 4e \sin \varepsilon}{3e \cos \varepsilon (1 + e \sin \varepsilon)};$$

also ist im Punkte N der Winkel $i > + 90°$.

Setzet man $v = 180°$, so findet sich

$$\tang i = \frac{2 - e^2 + 3e^2 \sin^2 \varepsilon - 4e \sin \varepsilon}{3e \cos \varepsilon (1 - e \sin \varepsilon)};$$

aber da i hier nothwendig negativ seyn muſs, so giebt der positive Werth von $\tang i$ zu erkennen, daſs im Punkte S ist $i > - 90°$. In den Punkten n und s fällt die Ruhelinie mit der Linie ns zusammen (denn in n ist $u = 0°$, in s ist $u = 180°$), also ist ebenfalls im Punkte n Winkel $i = NnE > + 90°$ und im Punkte s der Winkel $i = SsE > - 90°$. Hieraus folgt, daſs eines Ortes im Bogen An es einen Punkt r geben müsse, wo $i = + 90°$, und im Bogen As einen Punkt r', wo $i = - 90°$, d. i., *daſs im Bogen nAs 2 Punkte r und r' seyn müssen, wo die Ruhelinie lothrecht gegen die Peripherie ist.*

Setzet man $v = + 90°$, so findet sich $\tg i = \frac{3e \sin \varepsilon (1 - e \cos^2 \varepsilon)}{1 + e^2 - 3e^2 \sin^2 \varepsilon - 2e \cos \varepsilon}$

im Punkte A ist also i noch positiv. Setzet man endlich $v = -90°$, so wird $\tang i = -\frac{3e \sin \varepsilon (1 + e \cos \varepsilon)}{1 + e^2 - 3e^2 \sin^2 \varepsilon + 2e \cos \varepsilon}$; also ist im Punkte Q Winkel $i > +90°$, aber doch $i < +180°$. Hieraus folget, daſs eines Ortes im Bogen As es einen Punkt geben müsse, wo $i = 0°$, und im Bogen Qs einen Punkt h, wo $i = +180°$, d. i. *daſs im Bogen AsQ zwey Punkte h und h' sich finden, wo die Ruhelinie parallel mit der Peripherie ist.*

Setzet man z. B. $e = \frac{1}{5} = 0{,}2$, $\varepsilon = 45°$, so wird CE $=$ cE $= e \cos \varepsilon = e \sin \varepsilon = 0{,}1414$, also der Bogen Nn $= a =$ A$\alpha = b = 8° 8'$. Man findet dann im Punkte N, $i = +100° 36'$ (oder wenn man den kleinsten Winkel der Ruhelinie mit der Peripherie $= i$ setzet, $i = +79° 24'$); im Punkte S, $i = -104° 4'$ ($-75° 56'$); in den Punkten n und s, $i = \pm 98° 8'$ ($\pm 81° 52'$); im Punkte A $i = +27° 55'$, in Q $i = +159° 1'$ ($+20° 59'$).

II. Setzet man den excentrischen Winkel ACB $= \varepsilon = 0°$, so wird EC $= \sin a = e \cos \varepsilon = e$, Ec $= \sin b = e \sin \varepsilon = 0$, folglich fallen der Diameter BD und die Chorde $\alpha\beta$ mit dem Diameter AQ zusammen, und der Punkt c in E (Fig. 31). Man bekommt dann

$$\tang i = \frac{(2 - e^2 - e \sin v) \cos v}{(1 + e^2) \sin v - e(2 + \cos^2 v)} = \frac{(2 - e^2) \cos v - \frac{1}{2}e . \sin 2v}{(1 + e^2) \sin v - e(2 + \frac{1}{2} \cos v + \frac{1}{2} \cos 2v)}.$$

Setzet man in dieser Formel $180° - v$ statt v, so giebt sie denselben Werth für tang i, aber mit entgegengesetzten Zeichen, d. i. in gleichem Abstande auf beiden Seiten des Punktes A hat Winkel i dieselbe Gröſse, aber entgegengesetzte Zeichen. Ist $v = \pm 90°$, so wird $\tang i = 0$, d. i. in den Punkten A und Q ist die Ruhelinie parallel mit der Peripherie; ist $v = 0°$ oder $v = 180°$, so wird $\tang i = \mp \frac{2 - e^2}{3e}$; also ist in den Punkten N und S Winkel $i > \pm 90°$.

Ist z. B. hier $e = \frac{1}{5}$, wie oben, so findet sich Bogen Nn $=$ Ss $= 11° 32'$, und in den Punkten N und S $i = \pm 107° 1'$ ($\pm 72° 59'$).

III. Ist der excentrische Winkel ACB $= \varepsilon = 90°$ (Fig. 30), so wird EC $= \sin a = e \cos \varepsilon = 0$, Ec $= \sin b = e . \sin \varepsilon = e$; also fallen Diameter BD und Chorde ns mit Diamer NS zusammen und Punkt c in G (Fig. 32).

Man erhält alsdann

$$\text{tang } i = \frac{[2(1+e^2)+e\cos v]\cos v + 5e}{(1-2e^2 + e\cos v)\sin v} = \frac{\frac{7}{2}e + 2(1+e^2)\cos v + \frac{1}{2}e\cos 2v}{(1-2e^2)\sin v - \frac{1}{2}e\sin 2v}.$$

Diese Formel giebt denselben Werth für tang i, man setze in derselben $+v$ oder $-v$, aber mit entgegengesetzten Zeichen. Denket man sich also bey Winkel i den kleinsten Winkel, welchen die Ruhelinie mit der Peripherie bildet, so ist in gleichem Abstand auf beiden Seiten des Punktes N Winkel i von derselben Gröfse. Ist hier $v = 0°$ oder $v = 180°$, so wird tang $i = \pm\infty$, also in den Punkten N und S Winkel $i = \pm 90°$; ist $v = \pm 90°$, so wird tang $i = \pm \frac{5e}{1-2e^2}$; also ist im Punkte A der Winkel i positiv und gröfser als $0°$, im Punkte Q positiv und kleiner als $180°$. Ist z. B. $e = \frac{1}{7}$, so wird im Punkte A $i = 53° 7'$, im Punkte Q $i = 180° - 53° 7' = 146° 53'$.

Setzet man die Excentricität $e = 0$, so wird Winkel $v = u$; aber alsdann reduciren sich die Formeln I., II. und III. zu tang $i = 2 \cot v = 2 \cot u$, wie in §. 27.

§. 52. Problem. *Wenn die Excentricität e und der excentrische Winkel ε gegeben sind (Fig. 50), die zwey Punkte r und r', wo die Ruhelinie senkrecht auf der Peripherie ist, und die zwey Punkte h und h', wo sie dieselbe berührt, zu finden.*

I. Soll $i = \pm 90°$ seyn, so mufs der Nenner im Ausdrucke für tang i (§. 51) verschwinden, also setze man

(A) $0 = (1 + e^2 - 3e^2\sin^2\varepsilon)\sin v - e\cos\varepsilon(2 + 3e\sin\varepsilon\cos v) + e\cos(\varepsilon - v)\cos v.$

Soll $i = 0$ oder $i = 180°$ seyn, so mufs der Zähler in demselben Ausdrucke verschwinden, welches giebt

(B) $0 = [2 - e^2 + 3e^2\sin^2\varepsilon + e\sin(\varepsilon - v)]\cos v + 3e\sin\varepsilon(1 - e\cos\varepsilon\sin v).$

Diese Gleichungen lassen sich nicht leicht allgemein auflösen; suchet man $\cos v$ in der ersten und $\sin v$ in der zweyten zu eliminiren, so siehet man, dafs sie vom vierten Grade sind. Giebt man hingegen e und ε bestimmte Werthe, so lassen sich durch Versuche leicht die Werthe von v finden, welche beiden Gleichungen Genüge leisten.

Setzet man z. B. $e = \frac{1}{5} = 0{,}2$, $\varepsilon = 45°$, so erhält man aus A

$$0 = 0{,}98 \sin v - 0{,}06 \cos v - 0{,}2 \cos(45° - v) \cos v - 0{,}2828.$$

Diese Gleichung wird $= 0$, wenn $v = 30° \; 45'$, und $v = 162° \; 11'$ ist, also ist Bogen Nr $= 30° \; 45'$ und Bogen Nr' $= 162° \; 11'$, d. i. Bogen Sr' $= 180° - 162° \; 11' = 17° \; 49'$.

Setzet man dieselben Werthe in die Gleichung B hinein, so erhält man

$$0 = [2{,}02 + 0{,}2 \sin(45° - v)] \cos v - 0{,}6 \sin v + 0{,}42426.$$

Diese Gleichung wird $= 0$, wenn $v = + 101° \; 22'$, und wenn $v = - 103° \; 8'$; also ist Bogen Nh $= 101° \; 22'$, d. i. Ah $=$ Nh $-$ NA $= 101° \; 22' - 90° = 11° \; 22'$ und Nh' $= 103° \; 8'$, d. i. Qh' $= 13° \; 8'$.

Man sieht also, dafs die Punkte r und r' in verschiedenem Abstande von Diameter NS liegen, wie auch die Punkte h und h' von Diameter AQ, und dafs die vier Bogen, worein diese vier Punkte die Peripherie theilen, *nicht Quadranten* sind.

II. Ist $\varepsilon = 0°$, so bekommt man

a) aus A, $0 = (1 + e^2) \sin v - e(2 + \cos^2 v) = (1 + e^2) \sin v - 2e - e \cos^2 v$.

Substituirt man $1 - \sin^2 v$ für $\cos^2 v$, und ordnet die Gleichung, so bekommt man

$$0 = e \sin^2 v + (1 + e^2) \sin v - 3e,$$

oder, wenn man die ganze Gleichung mit e dividirt

$$\sin^2 v + \left(\frac{1 + e^2}{e}\right) \sin v = 3.$$

Hieraus wird gefunden

$$\sin v = \frac{-1 - e^2 + \sqrt{1 + 14e^2 + e^4}}{2e} \text{*)}.$$

Aber da $\sin v = \sin(180° - v)$, so sind es zwey Bogen Nr $= v$ und Nr' $= 180° - v$ (Fig. 30), welche der Gleichung Genüge leisten. Bogen Nr ist also in diesem Falle gleich Sr'.

*) Der negative Werth von $\sqrt{1 + 14e^2 + e^4}$ giebt $\sin v > 1$, also eine unmögliche Wurzel; der positive Werth allein thut also dieser Gleichung Genüge.

Da $Cc = e = \sin Nn = \sin a$, so kann vorstehende Gleichung auch so ausgedrückt werden

$$\sin v = \frac{-1 - \sin^2 a + \sqrt{1 + 14\sin^2 a + \sin^4 a}}{2 \sin a}.$$

Setzet man z. B. $a = 5°$, so wird $v = 14° \, 13'$; setzet man $a = 20°$, so wird $v = 48° \, 25'$ u. s. w.

Ist a sehr klein, so kann man $\sin^4 a$ ausser Betracht lassen, also ist $\sin v = \frac{-1 - \sin^2 a + \sqrt{1 + 14\sin^2 a}}{2 \sin a}$; aber $\sqrt{1 + 14\sin^2 a} = 1 + 7\sin^2 a$, also $\sin v = \frac{-1 - \sin^2 a + 1 + 7\sin^2 a}{2 \sin a} = 3 \sin a$, oder $v = 3a$; d. i. *wenn die Excentricität sehr klein ist, so sind die Bogen Nr und Sr', oder der Abstand zwischen den Polen des magnetischen Aequators und denjenigen Punkten, wo die Ruhelinie senkrecht gegen die Peripherie ist, gleich der dreyfachen Excentricität.* Ist also die Excentricität $= 0$, so wird der Bogen $Nr = Sr' = 0$, also der Bogen $rAr' = 180°$ (wie in §. 27).

b) aus B, $0 = (2 - e^2 - e \sin v) \cos v$.

Diese Gleichung wird $= 0$ 1) wenn $\cos v = 0$, also $v = \pm 90°$; d. i. *in den Punkten A und Q (Fig. 31), oder in den Endpunkten desjenigen Diameters, welcher senkrecht stehet auf der Chorde rr' zwischen den zwey Punkten, wo Winkel $i = 90°$, wird Winkel $i = 0°$;* diese Punkte sind einander also diametral entgegengesetzt. 2) Wenn $\sin v = \frac{2 - e^2}{e}$; aber dieser Werth von $\sin v$ wird > 1, d. i. unmöglich, wenn $e < 1$; ist hingegen $e > 1$, d. i. *wenn der Mittelpunkt der Magnetnadel ausserhalb des Kreises liegt, z. B. in γ, so wird es noch zwey andre Punkte h und h' geben, wo die Ruhelinie Tangente zur Peripherie ist.* Ist $e^2 = 2$, oder $e = \sqrt{2}$; d. i. wenn $C\gamma$ gleich der Sehne AN ist, so wird $\sin v = 0$; die Punkte h und h' fallen dann mit den Punkten N und S zusammen. Ist $e > \sqrt{2}$, so wird $\sin v$ negativ, und die Punkte h und h' fallen in die Quadranten NQ und SQ. Ist endlich $\frac{2 - e^2}{e} = -1$, also

$2 = e^2 - e$, oder $e = \frac{1}{2} + \sqrt{\frac{9}{4}} = 2$, so wird $\sin v = -1$, und die Punkte h und h' fallen mit dem Punkte Q zusammen.

III. Ist $\varepsilon = 90°$, so bekommt man

a) aus A, $0 = (1 - 2e^2 - e\cos v)\sin v$

Diese Gleichung wird $= 0$ 1) wenn $\sin v = 0$, also $v = 0°$ oder $v = 180°$, d. i. *in den Punkten N und S (Fig. 32), die einander diametral entgegengesetzt sind, wird die Ruhelinie senkrecht gegen die Peripherie.* 2) Wenn $\cos v = \frac{1 - 2e^2}{e}$. Soll dieser Werth von $\cos v$ möglich seyn, so muſs er zwischen $+1$ und -1 fallen; setzet man $\frac{1 - 2e^2}{e} = \pm 1$, so hat man $1 - 2e^2 = \pm e$, oder $e^2 \pm \frac{1}{2}e = \frac{1}{2}$; hieraus findet sich $e = \mp \frac{1}{4} \pm \sqrt{\frac{9}{16}} = \mp \frac{1}{4} \pm \frac{3}{4}$. Dieses giebt folgende vier Werthe von e, als Gränzen, wozwischen der Mittelpunkt c fallen muſs, wenn $\cos v$ möglich werden soll, nämlich $+\frac{1}{2}$ und $+1$, $-\frac{1}{2}$ und -1. Giebt man also nach und nach e alle möglichen Werthe zwischen $\pm\frac{1}{2}$ und ± 1, so bekommt $\cos v$ alle möglichen Werthe zwischen $+1$ und -1, also v alle möglichen Werthe zwischen $0°$ und $180°$. Aber da jeder Cosinus sowohl einem negativen als einem gleich groſsen positiven Bogen zugehört, *so sind, wenn des Magneten Mittelpunkt c in die äuſserste Hälfte EN oder FS der Radien CN, CS fällt, auſser den Punkten N und S noch zwey andre Punkte r und r' auf beiden Seiten des Punktes N und in gleichem Abstande von demselben, wo die Ruhelinie senkrecht wird.* Je mehr e den Werth $\frac{1}{2}$ übersteigt, desto mehr entfernen sich diese Punkte vom Punkte N. Sollten sie in A und Q fallen, so müſste $v = 90°$ seyn, also $\cos v = \frac{1 - 2e^2}{e} = 0$, d. i. $1 = 2e^2$ oder $e = \sqrt{\frac{1}{2}}$. Ist $e > \sqrt{\frac{1}{2}}$, so wird $\cos v$ negativ, d. i. v wird dann $> 90°$, und die Punkte r und r' fallen unter den Diameter AQ.

b) aus B, $0 = [2(1 + e^2) + e\cos v]\cos v + 3e$, welche geordnet giebt $0 = e\cos^2 v + 2(1 + e^2)\cos v + 3e$, und, wenn man mit e dividirt, $\cos^2 v + \frac{2(1 + e^2)}{e}\cos v = -3$. Löset man diese Gleichung auf, so findet

sich $\cos v = \frac{-1 - e^2 + \sqrt{1 - e^2 + e^4}}{e}$; aber da $\cos v = \cos(-v)$, so sind es zwey Bogen $NAh = v$ und $NQh' = v'$, welche der Gleichung Genüge leisten. Es sind also in diesem Falle zwey Punkte h und h' unter der Chorde $\alpha\beta$, wo die Ruhelinie parallel mit der Peripherie ist.

Ist $A\alpha = b$, so ist $Cc = e = \sin b$; ist nun die Excentricität e, und also auch der Bogen b, sehr klein, so hat man $\cos v = \frac{-1 - \sin^2 b + \sqrt{1 - \sin^2 b + \sin^4 b}}{\sin b}$ $= \frac{-1 - b^2 + \sqrt{1 - b^2}}{b} = \frac{-1 - b^2 + 1 - \frac{1}{2}b^2}{b} = -\frac{3}{2}b$. Aber da $NAh = v$, so ist $Ah = v - 90^\circ$, und $\sin Ah = \sin(v - 90^\circ) = -\cos v$; man bekommt also $\sin Ah = \frac{3}{2}b$, oder $Ah = \frac{3}{2}b = \frac{3}{2}A\alpha$. Wenn also in diesem Falle die Excentricität sehr klein ist, *so ist der Abstand der zwey Punkte h und h', wo die Ruhelinie parallel mit der Peripherie ist, vom magnetischen Aequator, oder die Bogen Ah und Qh' gleich $\frac{3}{2}$ Mal die Excentricität.*

§. 33. Problem. *Wenn die Punkte r und r' (Fig. 30), wo die Ruhelinie senkrecht gegen die Peripherie ist, gegeben sind, nebst den Punkten h und h', wo sie parallel mit derselben ist, die Excentricität e und den excentrischen Winkel ε zu finden.*

Setzet man die Bogen $rh = \alpha$, $r'h = \beta$, $r'h' = \gamma$, $rh' = \delta$, so ist $\alpha + \beta + \gamma + \delta = 360^\circ$. Ist nun $\alpha = \beta = \gamma = \delta = 90^\circ$, so muſs e seyn $= 0$ nach §. 27 (Fig. 27). Ist $\alpha = \beta$, $\gamma = \delta$, so ist $\alpha + \delta = \beta + \gamma = 180^\circ$; also sind die Punkte h und h' einander diametral entgegengesetzt, und folglich $\varepsilon = 0^\circ$ nach §. 31 II. (Fig. 31). Ist $\alpha = \delta$, $\beta = \gamma$, so ist $\alpha + \beta = \gamma + \delta = 180^\circ$, folglich $\varepsilon = 90^\circ$ nach §. 31 III. (Fig. 32). Dadurch kann man schon eine vorläufige Kenntniſs der Gröſse von e und dem Winkel ε erlangen.

I. Aus §. 32 I. (A) hat man für die Punkte r und r' folgende Gleichung:

$$0 = (1 + e^2 - 3e^2 \sin^2\varepsilon)\sin v - 3e^2 \sin\varepsilon \cos\varepsilon \cos v - e\cos\varepsilon \cos^2 v - e\cos\varepsilon \sin v.\cos v - 2e\cos\varepsilon.$$

Diese Gleichung wird $= 0$, wenn v gleich wird dem Bogen Nr (Fig. 30) und zugleich wenn $v = Nhr' = Nr + rh + hr'$; folglich fährt obige Gleichung fort richtig zu seyn, wenn man statt v setzet $v + \alpha + \beta$.

So hat man auch in §. 32 I. (B) für die Punkte h und h' folgende Gleichung:

$$0 = (2 - e^2 + 3e^2 \sin^2 \varepsilon) \cos v' - e \cos \varepsilon \sin v' \cos v' + e \sin \varepsilon . \cos^2 v' - 3e^2 \sin \varepsilon . \cos \varepsilon \sin v' + 3e \sin \varepsilon .$$

Diese Gleichung wird $= 0$, wenn v' gesetzt wird $=$ Nrh, und wenn $v' =$ Nrhr'h'; aber Nrh $=$ Nr $+ rh = v + \alpha$, Nrhr'h' $= v + \alpha + \beta + \gamma$. Werden diese zwey Werthe eingesetzt für v' in obiger Gleichung, so erhält man auch hier zwey Gleichungen, welche, eben so wie die oben gefundenen, die unbekannten Gröfsen e, ε und v nebst den bekannten α, β, γ enthalten. Mit Hülfe dieser vier Gleichungen müssen sich die Gröfsen e, ε und v finden lassen; aber der Calcul wird gar zu schwierig; wir wenden uns daher zu dem Falle, wenn $\alpha = \beta$.

II. Ist also $\alpha = \beta$ (Fig. 51), so ist, wie oben gezeigt, $\varepsilon = 0°$, und man hat aus §. 32 II. (a) folgende Gleichung:

$$0 = e \sin^2 v + (1 + e^2) \sin v - 3e.$$

Diese Gleichung mufs fortfahren richtig zu seyn, wenn man statt Nr $= v$ setzet NAr' $=$ Nr $+$ rA $+$ Ar' $= v + \alpha + \beta = v + 2\alpha$. Man hat dann, wenn dieser Werth für v gesetzt wird,

$$0 = e \sin^2 (v + 2\alpha) + (1 + e^2) \sin (v + 2\alpha) - 3e,$$

und durch Verbindung beider

$$e \sin^2 v + (1 + e^2) \sin v = e \sin^2 (v + 2\alpha) + (1 + e^2) \sin (v + 2\alpha).$$

Soll diese Gleichung für alle Werthe von e richtig seyn, so mufs $\sin v = \sin (v + 2\alpha)$, d. i. $180° - v = v + 2\alpha$, folglich $2v = 180° - 2\alpha$, und $v = 90° - \alpha$. Da nun Bogen Nr $= v$ bekannt ist, so kann e gefunden werden aus der Gleichung $0 = e \sin^2 v + (1 + e^2) \sin v - 3e$. Wird diese geordnet, so erhält man $e^2 \sin v - (3 - \sin^2 v) e = - \sin v$, und durch Dividiren mit $\sin v$

$$e^2 - \frac{3 - \sin^2 v}{\sin v} e = - 1.$$

Hieraus findet sich

$$e = \frac{3 - \sin^2 v \pm \sqrt{(3 - \sin^2 v)^2 - 4 \sin^2 v}}{2 \sin v} = \frac{3 - \sin^2 v \pm \sqrt{9 - 10 \sin^2 v + \sin^4 v}}{2 \sin v}.$$

Da in diesem Falle $e = \mathrm{Cc} = \sin \mathrm{Nn} = \sin a$, so hat man auch

$$\sin a = \frac{3 - \sin^2 v \pm \sqrt{9 - 10 \sin^2 v + \sin^4 v}}{2 \sin v}.$$

Wird $v = 10°$ gesetzt, so findet man $a = 3° \; 21' \; 10''$; setzet man $v = 15°$, so findet sich $a = 5° \; 4' \; 40''$; setzet man $v = 20°$, so findet man $a = 6° \; 52'$ u. s. w. Ist v sehr klein, so kann man setzen v für $\sin v$, und $\sin^4 v$ aufser Betracht lassen. Man hat dann $a = e = \frac{3 - v^2 \pm \sqrt{9 - 10 v^2}}{2v} = \frac{3 - v^2 - (3 - \frac{5}{3} v^2)}{2v}$ $= \frac{\frac{2}{3} v^2}{2v} = \frac{1}{3} v$; d. i. Bogen Nn ist gleich $\frac{1}{3}$ von Bogen Nr.

Zusatz 1. Ist der Kreis ANQS (Fig. 31) der Durchschnitt einer Kugel, aufserhalb deren Mittelpunktes ein unendlich kleiner Magnet sich in c befindet, so dafs Schnitt ANQS sowohl durch die Mittelpunkte des Magneten als der Kugel c und C gehet, und Bogen rA $=$ r'A, d. i. der Abstand der zwey Punkte, wo die Neigung ist $= 90°$ vom magnetischen Aequator, ist bekannt, so kann daraus des Magneten Excentricität Nn $=$ Ss $= a$ gefunden werden; denn dann ist Nn $= \frac{1}{3}$Nr $= \frac{1}{3}(90° - \mathrm{Ar}) = 30° - \frac{1}{3}\mathrm{Ar}$.

Zusatz 2. *Euler* nimmt in seinen *corrections necessaires* u. s. w.*) an, dafs Winkel γLC (Fig. 27), welchen die Ruhelinie mit Radius LC bildet, gleich ist Winkel LCN, welchen Radius LC mit Magnetaxe CN bildet. Hieraus findet er für den excentrischen Magneten (Fig. 31), dafs Nn $= \frac{1}{2}$Nr; dieses ist aber unrichtig. Denn ist Winkel γLC $=$ LCN (Fig. 27), so wird TLγ $=$ LCA, d. i. $i = \beta$, oder die Neigung wird gleich der magnetischen Breite, wenn der Magnet im Mittelpunkte der Kugel liegt; folglich $\mathrm{tang}\, i = \mathrm{tang}\, \beta$; wohl ist dies richtig in den Punkten A, N, Q, S, wo $\beta = 0°, 90°, 180°, 270°$, aber falsch in allen andern Punkten; denn oben ist bewiesen, dafs in diesem Falle wird $\mathrm{tang}\, i = 2 \,\mathrm{tang}\, \beta$. Da nach *Eulers* Hypothese $i = \beta$, so folget hieraus $di = d\beta$; aber oben ist aus der magnetischen Theorie bewiesen und durch die Neigungskarte bestätiget, dafs, wenn $\beta = 0°$, ist $di = 2d\beta$,

*) Mem. des Sc. à Berlin. Année 1766, Tom. XII.

und wenn $\beta = 90^\circ$, $di = \frac{1}{3}d\beta$. *Eulers* Hypothese streitet also sowohl mit der Erfahrung als der wahren Magnetentheorie.

III. Ist $\alpha = \delta$, $\beta = \gamma$ (Fig. 32), so ist, wie oben gezeigt, $\epsilon = 90^\circ$, und man hat aus §. 32 III. (b)

$$2e^2 \cos v + e(\cos^2 v + 3) = -2\cos v.$$

Dividirt man die Gleichung mit $2\cos v$, so wird

$$e^2 + \frac{\cos^2 v + 3}{2\cos v} = -1,$$

d. i.

$$e = \frac{-3 - \cos^2 v \pm \sqrt{9 - 10\cos^2 v + \cos^4 v}}{4\cos v}.$$

Ist Bogen NAh nur wenig über 90°, d. i. ist Bogen Ah sehr klein, so ist auch $\cos v$ sehr klein, und man kann im vorigen Ausdrucke $\cos^4 v$ aufser Betracht lassen. Man hat denn $\sqrt{9 - 10\cos^2 v} = 3 - \frac{5}{3}\cos^2 v$, also $e = \frac{-3 - \cos^2 v + 3 - \frac{5}{3}\cos^2 v}{4\cos v}$ $= -\frac{2}{3}\cos v$. Aber nun ist $Cc = e = \sin Aa = \sin b$, und $\cos v = \cos(90^\circ + Ah)$ $= -\sin Ah$; setzet man diese Werthe ein, so erhält man $\sin b = \frac{2}{3}\sin Ah$, oder $Aa = b = \frac{2}{3}Ah$.

§. 34. Problem. *Wenn die Punkte A und Q (Fig. 31), in welchen die Ruhelinie mit der Peripherie parallel ist, einander diametral entgegengesetzt sind, und die Neigung an einem gewissen Orte r gegeben ist $= i$, nebst der Entfernung dieses Ortes Ar von einem der obenerwähnten Punkte, die Excentricität der Axe oder den Bogen Nn zu finden.*

Da die Punkte A und Q, wo die Ruhelinie parallel mit der Peripherie ist, einander diametral entgegengesetzt sind, so ist der excentrische Winkel $\epsilon = 0$ (§. 32 II. b). Man setze $Nr = 90^\circ - Ar = v$, so hat man aus §. 31 II.

$$\text{tang}\, i = \frac{(2 - e^2 - e\sin v)\cos v}{(1 + e^2)\sin v - e(2 + \cos^2 v)}.$$

Hieraus findet sich

$$e^2 + \frac{\sin v \cos v - \text{tang}\, i\,(2 + \cos v)}{\text{tang}\, i \sin v + \cos v}\, e = \frac{2\cos v - \text{tang}\, i \sin v}{\text{tang}\, i \sin v + \cos v},$$

also

$$e = \frac{\operatorname{tg} i(2+\cos^2 v) - \sin v \cos v}{\operatorname{tg} i \sin v + \cos v} \pm \sqrt{\left\{\frac{\operatorname{tg} i(2+\cos v) - \sin v \cos v}{2(\operatorname{tg} i \sin v + \cos v)}\right\}^2 + \frac{2\cos v - \operatorname{tg} i \sin v}{\operatorname{tg} i \sin v + \cos v}}$$

und nach einigen Reductionen

$$e = \sin \mathrm{Nn} = \frac{5 \sin i - \sin(i+2v) \pm \cos v \sqrt{2[17 - \cos 2(v-i)]}}{4 \cos(v-i)}.$$

War z. B. $i = 20°$, $v = 80°$, so findet sich $\mathrm{Nn} = 17° \; 18'$; war $i = 10°$ und $v = 80°$, so findet sich $\mathrm{Nn} = - 12° \; 27'$, d. i. die Excentricität ist negativ; welches zu erkennen giebt, daſs der Mittelpunkt des Magneten auf der andern Seite des Mittelpunktes des Kreises oder zwischen C und Q liege.

Wird in dieser Formel gesetzt $\operatorname{tang} i = 2 \operatorname{cotang} v$, so findet sich $\sin \mathrm{Nn} = 0$, oder die Excentricität $e = 0$, welches vollkommen mit §. 27 übereinstimmt. Setzt man $i = 90°$, so bekommt man

$$e = \frac{5 + \cos 2v \pm \cos v \sqrt{2(17 + \cos 2v)}}{4 \sin v},$$

welches dieselbe Formel ist, wie die in §. 33 II. gefundene, nur auf andere Weise ausgedrückt.

§. 35. Wenn ein beweglicher Magnet in der Wirkungssphäre eines unbeweglichen in Ruhe ist, so muſs die Ruhelinie des erstern in eine Ebene fallen, welche durch dessen Mittelpunkt und die Axe des letztern geht (§. 19), oder mit andern Worten: beide Magneten müssen, wenn der bewegliche in Ruhe gekommen ist, in einer und derselben Ebene liegen. Mit allen andern Ebenen, welche nicht durch die Axe des unbeweglichen Magneten gehen, muſs also die Ruhelinie einen Winkel machen.

AC (Fig. 33) sey die halbe Magnetaxe, C deren Mittelpunkt, GHFM sey eine Ebene, welche mit der Magnetaxe AC parallel ist, CM ein Perpendikel von des Magneten Mittelpunkte auf die Ebene GF. Man lege eine Ebene DGMC durch die Magnetaxe AC und den Perpendikel CM, so wird diese Ebene CG senkrecht gegen die Ebene GF stehen, und diese in einer Linie GM schneiden, welche parallel ist mit der Magnetaxe AC. Will man nun die magnetische Richtung in einem Punkte P der Ebene GF untersuchen, so lege man eine Ebene KNCD durch die Magnetaxe AC und den Punkt P;

diese wird die Ebene GF in einer Linie KN schneiden, die parallel ist mit AC und GM. In der Ebene GF fälle man PO perpendikulär auf GM, und in der Ebene DN die Linie PQ perpendikulär auf DC, und lege durch diese zwey Linien eine Ebene OPQ, welche dann senkrecht auf die drey Ebenen GF, GC und DN wird. Also wird Winkel OPQ der Neigungswinkel der Ebenen GF und DN. PI sey die magnetische Richtung im Punkte P; diese muſs, nach dem vorigen, nothwendig in die Ebene DN fallen, welche durch die Magnetaxe AC geht. Fället man aus einem willkührlichen Punkt I der magnetischen Ruhelinie IT senkrecht gegen die Ebene GF, und ziehet die Linie PT, so ist PT die auf die Ebene GF projicirte magnetische Richtung, Winkel TPI der Ruhelinie Neigung gegen die Ebene GF.

Ist Linie PC und Winkel PCA bekannt, so läſst sich daraus Winkel IPQ berechnen (§. 19), und wenn CM, MO und OP zugleich bekannt sind, kann man daraus Winkel TPI und TPO folgender Maſsen finden:

Man setze $MO = a$ $\quad CP = \varrho$ $\quad TPO = o$

$OP = b$ $\quad IPQ = \omega$ $\quad OPQ = h$

$MC = d$ $\quad TPI = i$ $\quad PCQ = u$

so ist $PQ = \sqrt{OP^2 + OQ^2} = \sqrt{b^2 + d^2}$; $PC = \sqrt{PQ^2 + CQ^2} = \sqrt{a^2 + b^2 + d^2} = \varrho$; $\text{tang}\, OPQ = \frac{OQ}{OP} = \frac{d}{b} = \text{tang}\, h$; $\text{tg}\, PCQ = \frac{PQ}{CQ} = \frac{\sqrt{a^2 + d^2}}{a} = \text{tg}\, u$.

Da nun die Länge der Halbaxe des Magneten AC bekannt ist, nebst Linie $PC = \varrho$ und Winkel $PCQ = u$, so läſst sich nach §. 22 die Gröſse der vier Winkel r, s, t und v finden und daraus nach §. 19 Winkel $IPQ = \omega$ berechnen.

Man denke sich eine Sphäre um Punkt P, welche die drey Ebenen KPO, OPQ und KPQ (Fig. 34) in den Kreisbogen KO, OQ und KQ durchschneidet, so bilden diese drey Bogen ein sphärisches Dreieck KOQ, rechtwinklig bey O, in welchem die Bogen $KO = KQ = 90°$, der sphärische Winkel OKQ = Bogen $OQ = OPQ = h$. Ist PI die magnetische Ruhelinie, und man leget durch PI eine Ebene TPI senkrecht gegen Ebene KPO, so ist Linie TP die magnetische Richtung auf Ebene KPO projicirt; also ist $IPQ = \omega$; $TPI = i$, und $TPO = o$; im sphärischen Dreieck KTI ist

$$KT = KPT = KPO - TPO = 90^\circ - o$$
$$KI = KPI = KPQ - IPQ = 90^\circ - \omega$$
$$TI = TPI = i; \qquad KTI = 90^\circ.$$

Hieraus findet sich

I.) $\sin TI = \sin K . \sin KI$; d. i. $\sin i = \sin h . \cos \omega$

II.) $\operatorname{tg} KT = \cos K . \operatorname{tg} KI$; d. i. $\cot o = \cos h . \cot \omega$.

A) 1) Nimmt man Punkt P in Linie MN, so wird $a = 0$, also tang $u = \frac{\sqrt{a^2 + d^2}}{a} = \infty$, d. i. $u = 90^\circ$, also $\omega = + 90^\circ$ (§. 19 und 24), folglich $\sin i = \cos \omega . \sin h = 0$, d. i. $i = 0$. Hieraus ersieht man, daſs in der Linie MN die magnetische Ruhelinie in der Ebene GF liegt. 2) Nimmt man Punkt P in der Linie MG, so wird $b = 0$, also tang $h = \frac{d}{b} = \infty$, d. i. $h = 90^\circ$, also $\sin i = \sin h . \cos \omega = \cos \omega$, d. i. $i = 90^\circ - \omega$; in der Linie MG ist also der Neigungswinkel i das Complement zu Winkel ω. Ist die punktirte Linie ARS die isogonische Linie für $\omega = 0^\circ$ (§. 24), so wird im Punkte S $\omega = 0^\circ$, also $i = 90^\circ$, d. i. in diesem Punkte ist die magnetische Richtung senkrecht gegen Ebene GF. Ein ähnlicher Punkt findet sich in der verlängerten Linie GM zur rechten Seite von Punkt M über dem zweyten Pole des Magneten, und diese zwey Punkte sind die einzigen, in welchen die magnetische Richtung senkrecht gegen Ebene GF ist. 3) Auſserhalb des Punktes S ist also Winkel $i < 90^\circ$; man könnte sich eine krumme Linie um den Punkt S von der Beschaffenheit denken, daſs Winkel i in derselben eine und dieselbe Gröſse hätte, z. B. 80°; man könnte sich ferner eine andere auſsen um diese denken, in welcher Winkel i wäre $= 70^\circ$ u. s. w. Diese trajectorischen Linien, in welchen die Neigung der magnetischen Ruhelinie gegen eine Ebene beständig ist, wollen wir die *isoklinischen Linien* nennen. Fig. 35 zeigt ein solches System isoklinischer Linien, worin AB den unter der Ebene liegenden Magneten vorstellt, C dessen Mittelpunkt, CN ein Perpendikel auf die mit dem Magneten in der Ebene GN parallele Linie GC (Linie MN Fig. 33). In Linie CN ist Neigungswinkel $i = 0^\circ$ (No. 1); in den übrigen Linien weisen die beygeschriebenen Zahlen die Gröſse des Neigungswin-

kels i aus; in den Punkten S und V ist $i = 90°$. Des Magneten senkrechter Abstand von der Ebene GN, oder CM $= d$ ist hier gesetzt $= \frac{1}{4}$AC. Man sieht leicht, dafs, wenn Abstand d sich verändert, diese Linien ein verändertes Aussehen bekommen; wenn $d = 0$, verschwinden sie alle; denn in diesem Falle wird $\tang h = \frac{d}{b} = 0$, d. i. $h = 0$, also $\sin i = \sin h . \cos \omega = 0$, d. i. die magnetische Ruhelinie fällt überall mit der Ebene zusammen.

B) Aus Formel II., $\cot o = \cot . \omega . \cos h$ sieht man 1) dafs in Linie MN, wo $\omega = + 90°$, wird $\cot o = 0$, d. i. Winkel TPO $= o = 90°$; in der Linie MN ist also die auf der Ebene GF projicirte magnetische Richtung parallel mit der Magnetaxe. 2) In Linie GM, wo $h = 90°$, wird ebenfalls $\cot o = 0$, also $o = \pm 90°$; nämlich $o = + 90°$ zwischen den Punkten M und S, und $o = - 90°$ aufserhalb des Punktes S. In dieser Linie ist also die auf der Ebene GF projicirte Ruhelinie ebenfalls parallel mit der Magnetaxe AC. 3) In jedem andern Punkte P aufserhalb dieser Linien MF und MG wird die auf Ebene GF projicirte Ruhelinie PT einen Winkel TPO $= o$ bilden, welcher kleiner ist als $\pm 90°$, und also nicht parallel seyn mit GM. Man könnte sich ein System von Linien denken, in welchen Winkel TPO beständig wäre; diese Art *isogonische Linien* würden mit den Linien in Fig. 20 Aehnlichkeit haben, aufser dafs sie alle im Punkte S zusammenlaufen würden, wo die magnetische Richtung lothrecht gegen die Ebene ist. In der 55sten Fig. stellen die punktirten Linien ein solches System isogonischer Linien dar, in welchem die beygeschriebenen Zahlen die Gröfse des Winkels o andeuten.

Zusatz 1. Durch eine leichte Construction und Rechnung kann man vermittelst der Linien in Fig. 20 die hier beschriebenen isogonischen und isoklinischen Linien construiren.

Zusatz 2. Ist die Fläche GF (Fig. 55) ein Stück einer *Kugelfläche*, und die Linien GM, KN, HF Bogen gröfster Kreise, die sich alle in einer gemeinschaftlichen Axe (wie die Mittagskreise auf dem Globus) schneiden, so könnte man auf dieser Kugelfläche auch isogonische und isoklinische Linien sich denken. Die *isogonischen Linien auf einer solchen Kugelfläche würden dann*

nichts anders, als die Halleyschen Abweichungslinien, und die isoklinischen Linien auf derselben würden Wilckes Neigungslinien.

Zusatz 3. *Man könnte sich ferner isogonische und isoklinische Linien in einer Ebene oder in einer Kugelfläche denken, unter welcher zwey oder mehrere Magneten lägen.* Aber da die magnetischen Richtungen hier von beider Magnetaxen vereinigten Kräften bestimmt werden, welche mit verschiedener Intensität in verschiedenen Abständen wirken, so wird es nothwendig, eine *allgemeine Formel für die magnetische Intensität* zu suchen. Im obigen sind (§. 2 und §. 9) solche Formeln für zwey specielle Fälle gefunden, nämlich wenn der angezogene Punkt in der verlängerten Axe und wenn er in einem Perpendikel durch des Magneten Mittelpunkt läge.

§. 56. Problem. *Wenn sich ein magnetischer Punkt an irgend einem Orte in der Wirkungssphäre eines lineären Magneten befindet, zu bestimmen (A) die Richtung, unter welcher sich der Punkt im ersten Augenblicke bewegen wird, und (B) die Gröſse der auf denselben wirkenden Kraft (die Gröſse der magnetischen Intensität).*

A) NCM (Fig. 18) sey der lineäre Magnet; in B sey eine magnetische Partikel, welche von der Halbaxe CM angezogen und von der Halbaxe CN abgestoſsen wird. Punkt M ziehet die Partikel B nach der Richtung BM an; Punkt N stöſst dieselbe nach der Richtung BL ab; ist BQ die Richtung, in welcher die Partikel, getrieben von beiden Kräften, im ersten Augenblicke sich bewegen wird, so lassen sich die Kräfte BM und BL in zwey Theile zerlegen, deren einer senkrecht gegen BQ, der andre damit parallel ist. Die senkrechten Theile dieser Kräfte müssen dann einander entgegengesetzt und gleich groſs seyn, folglich einander aufheben; die mit BQ parallelen Kräfte hingegen werden die Partikel nach der Richtung BQ in Bewegung setzen. Es sey, wie in §. 19

$BD = PC = a$	$MBP = \mu$	$CBP = 90° - u = s$
$DC = BP = b$	$NBP = \nu$	$PBQ = \omega$
$CM = CN = x$	$BCP = u$	$CB = \rho$

Ferner seyen die absoluten Kräfte der Punkte M und N $= m$, und des Punktes B $= n$; ist die Kraft, womit Halbaxe CM senkrecht gegen BQ wirkt,

$= v$, und diejenige, womit Halbaxe CN senkrecht gegen BQ wirkt, $= v'$, so wird auf dieselbe Weise wie in §. 19

$$dv = \frac{mnx^r dx . \sin \text{MBQ}}{\text{MB}^2} = \frac{mnx^r dx . \sin(\mu + \omega)}{\text{BM}^2}$$

und

$$dv' = \frac{mnx^r dx . \sin \text{LBQ}}{\text{NB}^2} = \frac{mnx^r dx . \sin(\nu + \omega)}{\text{BN}^2}.$$

Integrirt man diese Gleichungen, setzt $v' - v = 0$, und sucht den Winkel PBQ $= \omega$, so wird man denselben Werth für $\cot \omega$ erhalten, wie in §§. 19, 20, 21. Hieraus ist zu ersehen, dafs, *wenn eine magnetische Partikel in der Wirkungssphäre eines Magneten ist, sie sich in einer Richtung BQ bewegen wird, welche mit der Ruhelinie eines unendlich kleinen Magneten an demselben Orte zusammenfällt; aber da diese an jedem Orte Tangente zu der magnetischen Curve ist* (§. 26), *so wird eine solche magnetische Partikel die magnetische Curve durchlaufen.* Eine magnetische Partikel, welche abgestofsen wird von der Halbaxe AC (Fig 26) und sich in einem Punkte G zwischen A und C in der Halbaxe AC befindet, wird also die magnetische Curve GHI durchlaufen, und ihre Bahn in einem Punkte I der Halbaxe CB endigen, welcher dieselbe Entfernung vom Mittelpunkte C hat, wie der Punkt G. Eine magnetische Partikel, welche sich gerade im Endpunkte oder im Pole A befindet, wird also eine unendlich gerade Linie nach der Richtung AD durchlaufen.

B) Der auf BQ *senkrechte* Theil der Wirkungen beider Halbaxen ist $= v' - v = V$; wird der mit BQ *parallele* Theil der Wirkung der Halbaxe CM $= k$, der Halbaxe CN $= k'$ gesetzt, und $k + k' = K$, so erhält man K, indem man im Ausdrucke für $v' - v = V$ $\omega \pm 90°$ statt ω setzet. Nun haben wir gefunden in § 19 I. II.

I. Wenn $r = 1$ ist, $v' - v = V = mn(P \cos \omega + Q . \sin \omega)$; setzt man hier $\omega - 90°$ statt ω, so erhält man

$$K = mn(P \sin \omega + Q . \cos \omega)$$
$$= mn[\text{tg}\,\varkappa(\cos \nu - \cos \mu) + \sin \mu - \sin \nu + \log(\cot \tfrac{1}{2}\text{BNC} . \cot \tfrac{1}{2}\text{BMC})] . \sin \omega$$
$$+ mn[\text{tg}\,\varkappa(\sin \nu - \sin \mu) + \cos \nu - \cos \mu] . \cos \omega$$
$$= mn[\sin u . \log(\cot \tfrac{1}{2}v . \cot \tfrac{1}{2}t) - \sin r - \sin s] \operatorname{cosec} u . \sin \omega$$

$+ mn (\cos s - \cos r) \operatorname{cosec} u . \cos \omega$

$= mn \operatorname{cosec} u (N . \sin \omega + Z . \cos \omega) = 2mn \operatorname{cosec} u (N' . \sin \omega + Z' . \cos \omega)$ *),
wenn Z und N Zähler und Nenner in der Formel (α), Z' und N' Zähler und Nenner in der Formel (β) §. 19 I. bezeichnet.

II. Wenn $r = 2$ ist, $v - v' = V = mn (X - R - T) \cos \omega + mn (Y - S - U) \sin \omega$. Setzet man hier $\omega + 90°$ statt ω, wird

$$K = mn (R + T - X) \sin \omega + mn (Y - S - U) . \cos \omega.$$

Nun ist aber, wenn $\mathfrak{Z}$ und $\mathfrak{N}$ Zähler und Nenner in der Formel (γ) §. 19 II., $\mathfrak{Z}'$ und $\mathfrak{N}'$ in der Formel (δ) bezeichnen,

$$\mathfrak{Z} = \frac{(Y - S - U) . \sin \varkappa}{a}, \text{ folglich } Y - S - U = \frac{a\mathfrak{Z}}{\sin \varkappa}$$

$$\mathfrak{N} = \frac{(R + T - X) . \sin \varkappa}{a}, \text{ folglich } R + T - X = \frac{a\mathfrak{N}}{\sin \varkappa}.$$

Es ist ferner $a = \text{BD} = \text{BC} . \sin \text{BCD} = \varrho . \sin \varkappa$, folglich

$$K = mn\varrho (\mathfrak{N} . \sin \omega + \mathfrak{Z} . \cos \omega) \text{ (Formel } \gamma)$$
$$= mn\varrho (\mathfrak{N}' . \sin \omega + \mathfrak{Z}' . \cos \omega) \operatorname{cosec} u \text{ (Formel } \delta)\text{**)}.$$

III. Löset man Zähler und Nenner in der Formel für $\cot \omega$ in unendlichen Reihen auf, so haben wir gesehen (§§. 20, 21), daſs

$$v - v' = V = mn[\varrho \sin \omega \sin u . \int x^r dx . D - (\cos \omega . \int x^{r+1} dx . S - \varrho \cos \omega \cos u . \int x^r dx . D)]$$
$$= mn(\alpha + \beta \cos^2 u + \gamma \cos^4 u + ..) \sin 2u . \sin \omega - mn(a + b \cos^2 u + c \cos^4 u + ..) \cos \omega$$
$$= mn(A + B \cos 2u + C \cos 4u + ..) \sin 2u . \sin \omega - mn(\mathfrak{A} + \mathfrak{B} \cos 2u + \mathfrak{C} \cos 4u + ..) \cos \omega$$
$$= mn(Z . \sin 2u . \sin \omega - N . \cos \omega),$$

wenn Z die Summe der Reihen der Zähler, N die Summe der Reihen der Nenner bezeichnet. Setzet man $\omega + 90°$ statt ω, so erhält man

$$K = mn (Z . \sin 2u . \cos \omega + N . \sin \omega).$$

Zusatz 1. Setzet man den Winkel BCP $= u = 90°$ (Fig. 18), so wird $r = s$, $t = v = 90° - s$, $\omega = + 90°$. In I. ist $Z = \cos s - \cos r$, $N = \sin u \log \cot \frac{1}{2}v . \cot \frac{1}{2}t - \sin r - \sin s$, folglich $Z = \cos s - \cos r = 0$;

*) Es ist nämlich $- Q = Z : \cos \varkappa = Z : \sin u = Z . \operatorname{cosec} u = 2Z' \operatorname{cosec} u$; ebenso wie $P = N : \cos \varkappa = N . \operatorname{cosec} u = 2N' . \operatorname{cosec} u$.

**) Weil $\mathfrak{Z}' = \mathfrak{Z} . \sin u$, $\mathfrak{N}' = \mathfrak{N} . \sin u$; folglich $\mathfrak{Z} = \mathfrak{Z}' . \operatorname{cosec} u$, $\mathfrak{N} = \mathfrak{N}' . \operatorname{cosec} u$.

$\sin r + \sin s = 2 . \sin s$; $\cot \frac{1}{2}v . \cot \frac{1}{2}t = \cot^2 \frac{1}{2}v = \cot^2(45^\circ - \frac{1}{2}s)$ $= \tang^2(45^\circ - \frac{1}{2}s)$; also

$$\begin{aligned} K &= mn\,(Z.\cos \omega + N.\sin \omega) \operatorname{cosec} u \\ &= mn\,[\log \tang^2(45^\circ + \tfrac{1}{2}s) - 2 \sin s] \\ &= 2mn\,[\log \tang(45^\circ + \tfrac{1}{2}s) - \sin s], \end{aligned}$$

welches die nämliche Formel ist, die auf eine andere Weise in §. 9 gefunden ist (siehe die Formel α §. 9).

Zusatz 2. In II. ist

$$\mathfrak{Z} = \sin u \log \frac{\cot^2(\frac{1}{2}u)}{\operatorname{tg}\frac{1}{2}t.\cot\frac{1}{2}v} + \cot u\,(2 - \cos r - \cos s) + \sin s - \sin r$$

$$\mathfrak{N} = 2 \cos u \lg \frac{\cot^2(\frac{1}{2}u)}{\operatorname{tg}\frac{1}{2}t.\cot\frac{1}{2}v} - \cot u(\sin r - \sin s) + \sin u(\operatorname{cosec} t + \operatorname{cosec} v) + \cos r + \cos s - 4.$$

Für $u = 90^\circ$ wird $\cot \frac{1}{2}u = 1$; $\tang \frac{1}{2}t . \cot \frac{1}{2}v = 1$ (weil $v = t$), also $\log \dfrac{\cot^2 \frac{1}{2}u}{\tang \frac{1}{2}t . \cot \frac{1}{2}v} = 0$; $\cot u = 0$; $\sin s - \sin r = 0$; folglich $\mathfrak{Z} = 0$, $\mathfrak{N} = \operatorname{cosec} t + \operatorname{cosec} v + \cos r + \cos s - 4 = 2 \operatorname{cosec} v + 2 \cos s - 4$ $= 2 \sec s + 2 \cos s - 4$. Aber wegen $K = mn\varrho\,(\mathfrak{N}.\sin \omega + \mathfrak{Z}.\cos \omega)$ findet sich $K = 2mn\varrho\,(\sec s + \cos s - 2)$, wie in §. 9 Formel β.

Zusatz 3. Ist $u = 0^\circ$, wird $\omega = -90^\circ$, $r = s = v = 0^\circ$, $t = 180^\circ$, folglich

in I., $K = - mn \operatorname{cosec} u\,[\sin u \log(\cot \frac{1}{2}v . \cot \frac{1}{2}t) - \sin r - \sin s]$

$$= mn\left(\frac{\sin s}{\sin u} + \frac{\sin r}{\sin u} - \log \frac{\cot \frac{1}{2}v}{\operatorname{tg} \frac{1}{2}t}\right)$$

in II., $K = - mn\varrho \left\{2 \lg \dfrac{\cot^2(\frac{1}{2}u)}{\operatorname{tg}\frac{1}{2}t.\cot\frac{1}{2}v} - \cot u(\sin r - \sin s) + \sin u(\operatorname{cosec} t + \operatorname{cosec} v) - 2\right\}$

$$= mn\varrho\left\{2 + \frac{\sin r}{\sin u} - \frac{\sin s}{\sin u} - \frac{\sin u}{\sin t} - \frac{\sin u}{\sin v} - 2 \log \frac{\cot^2(\frac{1}{2}u)}{\operatorname{tg} \frac{1}{2}t . \cot \frac{1}{2}v}\right\}.$$

Aber diese Formeln geben nichts Brauchbares, weil $\cot\frac{1}{2}v = \operatorname{tg}\frac{1}{2}t = \cot\frac{1}{2}u = \infty$, $\sin r = \sin s = \sin t = \sin v = \sin u = 0$. Nun ist aber $\cot\frac{1}{2}v = \cot\frac{1}{2}\mathrm{BNC}$ $= \left(\dfrac{1 + \sin v}{1 - \sin v}\right)^{\frac{1}{2}} = \left(\dfrac{1 + \sin \mathrm{NBP}}{1 - \sin \mathrm{NBP}}\right)^{\frac{1}{2}}$; $\tang\frac{1}{2}t = \tang\frac{1}{2}\mathrm{BMC} = \left(\dfrac{1 + \sin \mu}{1 - \sin \mu}\right)^{\frac{1}{2}}$

$=\left(\frac{1+\sin MBP}{1-\sin MBP}\right)^{\frac{1}{2}}$ (§. 19 I.); $\cot^2(\frac{1}{2}u)=\frac{1+\sin x}{1-\sin x}=\frac{1+\sin CBP}{1-\sin CBP}$ (§. 19 II.).

Ferner ist $\sin NBP=\frac{NP}{NB}$; $\sin MBP=\frac{MP}{MB}$; $\sin CBP=\frac{CP}{CB}$; folglich

$\frac{1+\sin NBP}{1-\sin NBP}=\frac{NB+NP}{NB-NP}=\frac{(NB+NP)^2}{NB^2-NP^2}=\frac{(NB+NP)^2}{BP^2}=\cot^2(\frac{1}{2}v)$;

$\frac{1+\sin MBP}{1-\sin MBP}=\frac{MB+MP}{MB-MP}=\frac{(MB+MP)^2}{BP^2}=\tang^2(\frac{1}{2}t)$; $\frac{1+\sin CBP}{1-\sin CBP}$

$=\frac{CB+CP}{CB-CP}=\frac{(CB+CB)^2}{BP^2}=\cot^2(\frac{1}{2}u)$. Ferner ist $\frac{\sin r}{\sin u}=\frac{CM}{BM}$; $\frac{\sin s}{\sin u}$

$=\frac{CN}{BN}$; $\frac{\sin u}{\sin t}=\frac{BM}{CB}$; $\frac{\sin u}{\sin v}=\frac{BN}{CB}$. Ist BP äuſserst klein, so ist äuſserst nahe

$NB=NP$, $CB=CP$, $MB=MP$, folglich $\cot\frac{1}{2}v=\frac{2NP}{BP}$; $\operatorname{tg}\frac{1}{2}t=\frac{2MP}{BP}$;

$\cot^2(\frac{1}{2}u)=\frac{4CP^2}{BP^2}$; $\frac{\sin r}{\sin u}=\frac{CM}{PM}$, $\frac{\sin s}{\sin u}=\frac{CN}{PN}$, $\frac{\sin u}{\sin t}=\frac{PM}{CP}$; $\frac{\sin u}{\sin v}=\frac{PN}{CP}$

Setzet man diese Werthe in obenstehenden Gleichungen ein, und bemerkt, daſs $\rho=BC=PC$, so erhält man

aus I., $K=mn\left(\frac{CN}{PN}+\frac{CM}{PM}-\log\frac{NP}{MP}\right)$

aus II., $K=mn\left(2CP+\frac{CP.CM}{PM}-\frac{CP.CN}{PN}-PM-PN-2PC\log\frac{CP^2}{NP.MP}\right)$

$=mn\left(\frac{CP.CM}{PM}-\frac{CP.CN}{PN}-2PC\log\frac{CP^2}{NP.MP}\right)$.

Setzt man hier $CM=CN=x$, $CP=a$, so wird $PM=a-x$, $PN=a+x$, folglich

in I., $K=mn\left\{\frac{x}{a+x}+\frac{x}{a-x}-\log\left(\frac{a+x}{a-x}\right)\right\}=mn\left\{\frac{2ax}{a^2-x^2}-\log\left(\frac{a+x}{a-x}\right)\right\}$

in II., $K=mn\left\{\frac{ax}{a-x}-\frac{ax}{a+x}-2a\log\frac{a^2}{(a^2-x^2)}\right\}=mn\left\{\frac{2ax^2}{a^2-x^2}-2a\log\left(\frac{a^2}{a^2-x^2}\right)\right\}$;

welches einerley mit den Formeln a, b §. 10 ist.

Zusatz 4. Ist $u=0^0$ oder $u=90^0$, so wird $\sin 2u=0$, folglich

nach III. $K = mnN.\sin\omega$. Im ersten Falle ist $\sin\omega = -1$, $\cos 2u = \cos 4u = \cos 6u = 1$, folglich $K = -mn(\mathfrak{A} + \mathfrak{B} + \mathfrak{C} + \mathfrak{D} + \ldots)$; im letzten Falle ist $\sin\omega = +1$, $\cos 2u = \cos 6u = \cos 10u = -1$, $\cos 4u = \cos 8u = \cos 12u = +1$, folglich $K = mn(\mathfrak{A} - \mathfrak{B} + \mathfrak{C} - \mathfrak{D} + \ldots)$. Aus §. 21 findet sich

$$\mathfrak{A} + \mathfrak{C} = -\frac{1}{r+2}.\frac{x^{r+2}}{\varrho^3} - \frac{44}{8(r+4)}.\frac{x^{r+4}}{\varrho^5} - \frac{528}{128(r+6)}.\frac{x^{r+6}}{\varrho^7} - \frac{10432}{1024(r+8)}.\frac{x^{r+8}}{\varrho^9} - \ldots$$

$$\mathfrak{B} + \mathfrak{D} = -\frac{3}{r+2}. \quad - \frac{20}{8(r+4)}. \quad - \frac{1008}{128(r+6)}. \quad - \frac{5952}{1024(r+8)}.$$

$$-(\mathfrak{A} + \mathfrak{B} + \mathfrak{C} + \mathfrak{D}) = \frac{4}{r+2}.\frac{x^{r+2}}{\varrho^3} + \frac{64}{8(r+4)}.\frac{x^{r+4}}{\varrho^5} + \frac{1536}{128(r+6)}.\frac{x^{r+6}}{\varrho^7} + \frac{16384}{1024(r+8)}.\frac{x^{r+8}}{\varrho^9} + \ldots$$

$$\mathfrak{A} - \mathfrak{B} + \mathfrak{C} - \mathfrak{D} = \frac{2}{r+2}. \quad - \frac{24}{8(r+4)}. \quad + \frac{480}{128(r+6)}. \quad - \frac{4480}{1024(r+8)}.$$

Diese zwey Reihen sind die nämlichen, wie die Reihen $\mathfrak{A}$ und $\mathfrak{B}$ §. 10.

§. 37. Will man unmittelbar die Intensität K berechnen, ohne zuvor den Winkel ω zu suchen, so muſs man aus obigen Ausdrücken (§. 36, I., II., III.) $\sin\omega$ und $\cos\omega$ eliminiren. Nun ist in §. 19 I. $\cot\omega = \frac{Z}{N}$; ferner ist

$$\sin\omega = \frac{1}{\sqrt{1 + \cot^2\omega}} = \frac{N}{\sqrt{N^2 + Z^2}}; \quad \cos\omega = \frac{\cot\omega}{\sqrt{1 + \cot^2\omega}} = \frac{Z}{\sqrt{N^2 + Z^2}},$$

also in §. 36 I.

$$K = mn \operatorname{cosec} u \left\{ \frac{N^2}{\sqrt{N^2 + Z^2}} + \frac{Z^2}{\sqrt{N^2 + Z^2}} \right\} = mn \operatorname{cosec} u \left(\frac{N^2 + Z^2}{\sqrt{N^2 + Z^2}} \right) = mn \operatorname{cosec} u \sqrt{N^2 + Z^2}.$$

Auf nämliche Weise findet man aus §. 36 II. $K = mn\varrho\sqrt{\mathfrak{N}^2 + \mathfrak{Z}^2}$, und aus §. 36 III. $K = mn\sqrt{Z^2.\sin^2 2u + N^2}$. Es ist demnach K die Hypothenuse eines rechtwinklichten Dreiecks, in welchem der eine spitze Winkel gleich ω ist, die gegenüberstehende Cathete gleich N, und die zweyte Cathete gleich $Z.\sin 2u$; oder K ist die aus zwey, einen rechten Winkel einschlieſsenden, Seitenkräften N und $Z.\sin 2u$ zusammengesetzte mittlere Kraft.

§. 38. Dieser Ausdruck $K = mn\sqrt{N^2 + Z^2.\sin^2 2u}$, wo $N = \mathfrak{A} + \mathfrak{B}\cos 2u + \mathfrak{C}\cos 4u + \ldots$ $Z = A + B\cos 2u + C\cos 3u + \ldots$ (§. 21), läſst sich folgender Maſsen in Reihen ausdrücken:

$$= A^2$$
$$AB.\cos 2u \quad + 2AC.\cos 4u \quad + 2AD.\cos 6u \quad + 2AE.\cos 8u \quad + 2AF.\cos 10u \quad + 2AG\cos 12u$$
$$B^2.\cos^2 2u + 2BC.\cos 2u.\cos 4u + 2BD.\cos 2u.\cos 6u + 2BE.\cos 2u.\cos 8u + 2BF.\cos 2u.\cos 10u + 2BG.\cos 2u.\cos 12u$$
$$C^2.\cos^2 4u + 2CD.\cos 4u.\cos 6u + 2CE.\cos 4u.\cos 8u + 2CF.\cos 4u.\cos 10u$$
$$D^2.\cos^2 6u + 2DE.\cos 6u\cos 8u$$

Setzet man in diesen Ausdruck $\frac{1}{2}\cos(m + n)u + \frac{1}{2}\cos(m - n)u$ statt $\cos mu.\cos nu$, so erhält man

$$Z^2 = A^2 + 2AB.\cos 2u + 2AC.\cos 4u + 2AD.\cos 6u + 2AE.\cos 8u + 2AF.\cos 10u + 2AG.\cos 12u$$
$$+ \tfrac{1}{2}B^2 + BC. \quad + \tfrac{1}{2}B^2. \quad + BC. \quad + \tfrac{1}{2}C^2. \quad + CD. \quad + \tfrac{1}{2}D^2.$$
$$+ \tfrac{1}{2}C^2 + CD. \quad + BD. \quad + BE. \quad + BD. \quad + BE. \quad + CE.$$
$$+ \tfrac{1}{2}D^2 + DE. \quad + CE. \quad + CF. \quad + BF. \quad + BG. \quad + BF.$$
$$= \mathfrak{a} + \mathfrak{b}.\cos 2u + \mathfrak{c}.\cos 4u + \mathfrak{d}.\cos 6u + \mathfrak{e}.\cos 8u + \mathfrak{f}.\cos 10u + \mathfrak{g}.\cos 12u.$$

Multiplicirt man diese Reihe mit $\sin^2 2u = \frac{1}{2} - \frac{1}{2}\cos 4u$, so erhält man

$$Z^2.\sin^2 2u = \tfrac{1}{2}\mathfrak{a} + \tfrac{1}{2}\mathfrak{b}.\cos 2u + \tfrac{1}{2}\mathfrak{c}.\cos 4u + \tfrac{1}{2}\mathfrak{d}.\cos 6u + \tfrac{1}{2}\mathfrak{e}.\cos 8u + \tfrac{1}{2}\mathfrak{f}.\cos 10u + \tfrac{1}{2}\mathfrak{g}.\cos 12u$$
$$- \tfrac{1}{4}\mathfrak{c} \quad - \tfrac{1}{4}\mathfrak{b}. \quad - \tfrac{1}{2}\mathfrak{a}. \quad - \tfrac{1}{4}\mathfrak{b}. \quad - \tfrac{1}{4}\mathfrak{c}. \quad - \tfrac{1}{4}\mathfrak{d}. \quad - \tfrac{1}{4}\mathfrak{e}.$$
$$- \tfrac{1}{4}\mathfrak{d}. \quad - \tfrac{1}{4}\mathfrak{e}. \quad - \tfrac{1}{4}\mathfrak{f}. \quad - \tfrac{1}{4}\mathfrak{g}.$$

Nun ist $\frac{1}{2}\mathfrak{a} - \frac{1}{4}\mathfrak{c} = \frac{1}{2}A^2 + \frac{1}{8}B^2 + \frac{1}{4}C^2 + \frac{1}{4}D^2 - \frac{1}{2}AC - \frac{1}{4}BD - \frac{1}{4}CE$

$$\tfrac{1}{4}\mathfrak{b} - \tfrac{1}{4}\mathfrak{d} = \tfrac{1}{2}AB + \tfrac{1}{4}CD + \tfrac{1}{4}DE - \tfrac{1}{2}AD - \tfrac{1}{4}BE$$
$$\tfrac{1}{2}\mathfrak{c} - \tfrac{1}{2}\mathfrak{a} - \tfrac{1}{4}\mathfrak{e} = AC + \tfrac{1}{4}BD + \tfrac{1}{2}CE - \tfrac{1}{2}A^2 - \tfrac{1}{8}C^2 - \tfrac{1}{4}D^2 - \tfrac{1}{2}AE$$
$$\tfrac{1}{2}\mathfrak{d} - \tfrac{1}{4}\mathfrak{b} - \tfrac{1}{4}\mathfrak{f} = AD + \tfrac{1}{4}BC + \tfrac{1}{4}BE - \tfrac{1}{2}AB - \tfrac{1}{2}CD - \tfrac{1}{2}AF$$
$$\tfrac{1}{2}\mathfrak{e} - \tfrac{1}{4}\mathfrak{c} - \tfrac{1}{4}\mathfrak{g} = AE + \tfrac{1}{4}C^2 + \tfrac{1}{4}BD - \tfrac{1}{2}AC - \tfrac{1}{8}B^2$$
$$\tfrac{1}{2}\mathfrak{f} - \tfrac{1}{4}\mathfrak{d} = AF + \tfrac{1}{2}CD + \tfrac{1}{4}BE - \tfrac{1}{2}AD - \tfrac{1}{4}BC$$
$$- \tfrac{1}{4}\mathfrak{e} = - \tfrac{1}{2}AE - \tfrac{1}{8}C^2 - \tfrac{1}{4}BD.$$

Auf ähnliche Weise findet man

$$N^2 = \mathfrak{A}^2 + 2\mathfrak{A}\mathfrak{B}.\cos 2u + 2\mathfrak{A}\mathfrak{C}.\cos 4u + 2\mathfrak{A}\mathfrak{D}.\cos 6u + 2\mathfrak{A}\mathfrak{E}.\cos 8u + 2\mathfrak{A}\mathfrak{F}.\cos 10u + 2\mathfrak{A}\mathfrak{G}.\cos 12u$$
$$+ \tfrac{1}{2}\mathfrak{B}^2 + \mathfrak{B}\mathfrak{C}. \quad + \tfrac{1}{2}\mathfrak{B}^2. \quad + \mathfrak{B}\mathfrak{C}. \quad + \tfrac{1}{2}\mathfrak{C}^2. \quad + \mathfrak{C}\mathfrak{D}. \quad + \tfrac{1}{2}\mathfrak{D}^2.$$
$$+ \tfrac{1}{2}\mathfrak{C}^2 + \mathfrak{C}\mathfrak{D}. \quad + \mathfrak{B}\mathfrak{D}. \quad + \mathfrak{B}\mathfrak{E}. \quad + \mathfrak{B}\mathfrak{D}. \quad + \mathfrak{B}\mathfrak{E}. \quad + \mathfrak{C}\mathfrak{E}.$$
$$+ \tfrac{1}{2}\mathfrak{D}^2 + \mathfrak{D}\mathfrak{E}. \quad + \mathfrak{C}\mathfrak{E}. \quad + \mathfrak{C}\mathfrak{F}. \quad + \mathfrak{B}\mathfrak{F}. \quad + \mathfrak{B}\mathfrak{G}. \quad + \mathfrak{B}\mathfrak{F}.$$
$$= \mathfrak{a}' + \mathfrak{b}'.\cos 2u + \mathfrak{c}'.\cos 4u + \mathfrak{d}'.\cos 6u + \mathfrak{e}'.\cos 8u + \mathfrak{f}'.\cos 10u + \mathfrak{g}'.\cos 12u.$$

Wird nun gesetzt $\mathfrak{a}' + \frac{1}{2}\mathfrak{a} - \frac{1}{4}\mathfrak{c} = A$; $\mathfrak{b}' + \frac{1}{4}\mathfrak{b} - \frac{1}{4}\mathfrak{d} = B$;

$$\mathfrak{c}' + \tfrac{1}{2}\mathfrak{c} - \tfrac{1}{2}\mathfrak{a} - \tfrac{1}{4}\mathfrak{e} = \Gamma; \quad \mathfrak{d}' + \tfrac{1}{2}\mathfrak{d} - \tfrac{1}{4}\mathfrak{b} - \tfrac{1}{4}\mathfrak{f} = \Delta;$$
$$\mathfrak{e}' + \tfrac{1}{2}\mathfrak{e} - \tfrac{1}{4}\mathfrak{c} - \tfrac{1}{4}\mathfrak{g} = E; \quad \mathfrak{f}' + \tfrac{1}{2}\mathfrak{f} - \tfrac{1}{4}\mathfrak{d} = Z.$$
$$\mathfrak{g}' - \tfrac{1}{4}\mathfrak{e} = H; \quad \ldots\ldots\ldots$$

so hat man

$$K = mn\sqrt{A + B.\cos 2u + \Gamma.\cos 4u + \Delta.\cos 6u + \ldots}$$

Für $r = 2$, $x = 1$ erhält man auf diese Weise aus §. 21:

$$A = \frac{5}{8\varrho^6} + \frac{9}{16\varrho^8} + \frac{4867}{4608\varrho^{10}} + \frac{5865}{4096\varrho^{12}} + \frac{346623}{262144\varrho^{14}} + \frac{4719911}{3932160\varrho^{16}}$$

$$B = \frac{5}{8\varrho^6} + \frac{19}{12\varrho^8} + \frac{4445}{3072\varrho^{10}} + \frac{5979}{2560\varrho^{12}} + \frac{1662157}{786432\varrho^{14}} + \frac{917419}{327680\varrho^{16}}$$

$$\Gamma = \frac{25}{48\varrho^8} + \frac{7797}{4608\varrho^{10}} + \frac{8169}{5120\varrho^{12}} + \frac{2387777}{983040\varrho^{14}} + \frac{73709775}{33030144\varrho^{16}}$$

$$\Delta = \frac{5369}{9216\varrho^{10}} + \frac{4397}{2560\varrho^{12}} + \frac{4558007}{2621440\varrho^{14}} + \frac{20506125}{8257536\varrho^{16}}$$

$$E = \frac{12447}{20480\varrho^{12}} + \frac{1342799}{786432\varrho^{14}} + \frac{6634529}{3932160\varrho}$$

$$Z = \frac{967813}{1572864\varrho^{14}} + \frac{23137351}{13762560\varrho^{16}}$$

$$H = \frac{14481779}{23592960\varrho^{16}}$$

Zusatz 1. Setzet man hier $u = 0°$, so wird $\cos 2u = \cos 4u = \cos 6u = \cos 8u =$ &c. $= 1$, also

$$K = mn\sqrt{A + B + \Gamma + \Delta + E + \ldots}$$

Werden solchergestalt alle obigen Reihen summirt, so erhält man

$$K^2 = m^2n^2\left(\frac{1}{\varrho^6} + \frac{8}{3\varrho^8} + \frac{43}{9\varrho^{10}} + \frac{36}{5\varrho^{12}} + \frac{197}{20\varrho^{14}} + \frac{3992}{315\varrho^{16}}\right),$$

einen Ausdruck für die Intensität in der verlängerten Magnetaxe. In §. 10 ward unter diesen Umständen gefunden

$$K = 4mn\left(\frac{1}{4\varrho^3} + \frac{2}{6\varrho^5} + \frac{3}{8\varrho^7} + \frac{4}{10\varrho^9} + \frac{5}{12\varrho^{11}} + \frac{6}{14\varrho^{13}}\right),$$

wenn man in der Formel (b) ϱ statt a setzet. Wird diese Reihe quadrirt, so erhält man

$$K^2 = 16m^2n^2\left(\frac{1}{16\varrho^6} + \frac{1}{6\varrho^8} + \frac{43}{144\varrho^{10}} + \frac{27}{60\varrho^{12}} + \frac{591}{960\varrho^{14}} + \frac{499}{630\varrho^{16}}\right),$$

welches, wenn die ganze Reihe mit 16 multiplicirt wird, denselben Werth

giebt, wie die vorstehende. Diese Probe kann also zur Berichtigung des Calculs dienen.

Zusatz 2. Setzet man $u = 90°$, so wird $\cos 2u = \cos 6u = \cos 10u = -1$, $\cos 4u = \cos 8u = \cos 12u = +1$, also

$$K = mn\sqrt{A - B + \Gamma - \Delta + E - Z + \ldots}$$

Die Differenz zwischen den geraden und ungeraden Reihen A, B, Γ u. s. w. giebt also einen Ausdruck für die Intensität im magnetischen Aequator. Aber in diesem Falle haben wir in §. 10 Formel β gefunden

$$K' = 2mn\left(\frac{1}{4\varrho^3} - \frac{1.3}{1.2^1.6\varrho^5} + \frac{1.3.5}{1.2.2^2.8\varrho^7} - \frac{1.3.5.7}{1.2.3.2^3.10\varrho^9} + \ldots\right).$$

Das doppelte Quadrat dieser Reihe muſs also gleich seyn der Differenz zwischen den Summen der geraden und ungeraden Reihen A, B, Γ u. s. w., welches ebenfalls zur Berichtigung dienen kann.

§. 59. Multiplicirt man die Reihen in vorstehendem §. mit $16\varrho^6$, so bekommt man

$$A' = 10 + \frac{9}{\varrho^2} + \frac{4867}{288\varrho^4} + \frac{3865}{256\varrho^6} + \frac{346623}{16384\varrho^8} + \frac{4719911}{245760\varrho^{10}}$$

$$B' = 6 + \frac{76}{3\varrho^2} + \frac{4445}{192\varrho^4} + \frac{5979}{160\varrho^6} + \frac{1662157}{49152\varrho^8} + \frac{917419}{20480\varrho^{10}}$$

$$\Gamma' = \frac{25}{3\varrho^2} + \frac{7797}{288\varrho^4} + \frac{8169}{320\varrho^6} + \frac{2387777}{61440\varrho^8} + \frac{75709775}{2064384\varrho^{10}}$$

$$\Delta' = \frac{5369}{576\varrho^4} + \frac{4397}{160\varrho^6} + \frac{4358007}{1638400\varrho^8} + \frac{20306125}{516096\varrho^{10}}$$

$$E' = \frac{12447}{1280\varrho^6} + \frac{1342799}{49152\varrho^8} + \frac{6634529}{245760\varrho^{10}}$$

$$Z' = \frac{967813}{98304\varrho^8} + \frac{23137351}{860160\varrho^{10}}$$

$$H' = \frac{14481779}{1474560\varrho^{10}}$$

Hier ist

$$K = \frac{mn}{4\varrho^3}\sqrt{A' + B'.\cos 2u + \Gamma'.\cos 4u + \Delta'.\cos 6u + E'.\cos 8u.}$$

Je gröfser die Entfernung ρ ist, desto mehr nähert sich der Werth vorstehender Reihen ihrem ersten Gliede; ist $\rho = 100$ oder darüber, kann man ohne merklichen Fehler setzen $A' = 10$, $B' = 6$. $\Gamma' = \Delta' = E' \ldots = 0$; also

$$K = \frac{mn}{4\rho^3} \sqrt{10 + 6 \cos 2u}.$$

Für $u = 0°$ wird $\sqrt{10 + 6 \cos 2u} = \sqrt{10 + 6} = 4$, also $K = \frac{mn}{\rho^3}$;

— $u = 30°$ — — — — $= \sqrt{10 + 3} = \sqrt{13}$, — $K = \frac{mn}{4\rho^3}\sqrt{13}$;

— $u = 45°$ — — — — $= \sqrt{10 + 0} = \sqrt{10}$, — $K = \frac{mn}{4\rho^3}\sqrt{10}$;

— $u = 60°$ — — — — $= \sqrt{10 - 3} = \sqrt{7}$, — $K = \frac{mn}{4\rho^3}\sqrt{7}$;

— $u = 90°$ — — — — $= \sqrt{10 - 6} = 2$, — $K = \frac{mn}{2\rho^3}$;

Hieraus ist sichtlich, *dafs in grofsen Entfernungen die Intensität K vom Magnetpole nach dem Aequator abnimmt, und dafs sie an ersterer Stelle doppelt so grofs ist, als an letzterer* (welches bereits oben in §. 10 auf eine andere Weise gefunden ist).

I. Beständige Logarithmen zur Berechnung von K.

Beständige Factoren.	Logarithmen.	Potenzen von ρ.		Beständige Factoren.	Logarithmen.	Potenzen von ρ.	
9	0.9542425	— 2	cos 0u	$\frac{5369}{576}$	0.9694709	— 4	cos 6u
$\frac{4867}{288}$	1.2278688	— 4		$\frac{4397}{160}$	1.4390365	— 6	
$\frac{3865}{256}$	1.1789095	— 6		[illegible]	1.4248680	— 8	
[illegible]	1.3254375	— 8		[illegible]	1.5948967	— 10	
$\frac{4719911}{245760}$	1.2834226	— 10		$\frac{12447}{1280}$	0.9878547	— 6	cos 8u
$\frac{76}{3}$	1.4036923	— 2	cos 2u	[illegible]	1.4264672	— 8	
$\frac{4445}{192}$	1.3645706	— 4		$\frac{6634129}{245760}$	1.4312989	— 10	
[illegible]	1.5725086	— 6		$\frac{967813}{98304}$	0.9932202	— 8	cos 10u
$\frac{1662117}{49152}$	1.5291308	— 8		[illegible]	1.4297344	— 10	
[illegible]	1.6512377	— 10		$\frac{144817779}{14745600}$	0.9921595	— 10	cos 12u
$\frac{25}{3}$	0.9208187	— 2	cos 4u				
$\frac{7797}{288}$	1.4325350	— 4					
$\frac{8169}{320}$	1.4070189	— 6					
[illegible]	1.5895426	— 8					
[illegible]	1.5527345	— 10					

II. Summe der Reihen für verschiedene Werthe von ρ.							
ρ	A'.	B'.	Γ'.	Δ'.	E'.	Z'.	H'.
2	13.64361	14.54001	4.36097	1.15429	0.28259	0.06473	0.00959
3	11.23290	9.15780	1.30172	0.15750	0.01787	0.00195	0.00017
4	10.63254	7.68344	0.63345	0.04356	0.00281	0.00018	0.00001
5	10.38806	7.05282	0.37838	0.01674	0.00069	0.00003	0.00000
6	10.26337	6.72239	0.25294	0.00780	0.00022	0.00001	0.00000
7	10.19081	6.52696	0.18157	0.00412	0.00008	0.00000	0.00000
8	10.14482	6.40162	0.13692	0.00238	0.00004	0.00000	0.00000
9	10.11373	6.31636	0.10706	0.00147	0.00001	0.00000	0.00000
10	10.09170	6.25568	0.08607	0.00096	0.00001	0.00000	0.00000
	cos 0u	cos 2u	cos 4u	cos 6u	cos 8u	cos 10u	cos 12u

III. Logarithmen der obigen Summen.						
ρ	B'.	Γ'.	Δ'.	E'.	Z'.	H'.
2	1.1625647	0.639583	0.062315	9.45116	8.8111	7.982
3	0.9617912	0.114518	9.197281	8.25212	7.2900	6.230
4	0.8855537	9.801712	8.639088	7.44871	6.2553	5.000
5	0.8483628	9.577928	8.223755	6.83885	5.4771	. . .
6	0.8275238	9.403017	7.892095	6.34242	5.0000	. . .
7	0.8147110	9.259044	7.614897	5.90309	. . .	. . .
8	0.8062899	9.136467	7.376577	5.60206	. . .	. . .
9	0.8004668	9.029627	7.167317	5.00000	. . .	. . .
10	0.7962746	8.934852	6.982271	5.00000	. . .	. . .

§. 40. Die Anwendung der im vorigen §. dargelegten Methode wird durch folgende Beyspiele erläutert:

Erstes Beyspiel. *Die Intensität K zu berechnen, wenn* $r = 2$, $\rho = 1$, $u = 30°$, *nach der Formel* $K = mn\rho \,.\, \text{cosec}\, u\, [\mathfrak{N}' \sin \omega + \mathfrak{Z}' \cos \omega]$ (§. 36 B. II.).

Im zweyten Beyspiele §. 22 fand sich für diesen Punkt $\mathfrak{N}' = -0.0208015$, $\mathfrak{Z}' = 0.5556293$; $\omega = -2° \; 13' \; 26''$.

$$-\log \mathfrak{N}' = 8.3180905 - 10$$
$$-\log \sin \omega = 8.5888814 - 10$$
$$\log \rho \operatorname{cosec} u = 0.3010300$$
$$7.2080019 - 10 \;.\;.\;.\; 0.0016144$$

$$\log \mathfrak{Z}' = 9.7288643 - 10$$
$$\log \cos \omega = 9.9996728 - 10$$
$$\log \rho . \operatorname{cosec} u = 0.3010300$$
$$0.0295671 \;.\;.\;.\;.\;.\;.\;.\; 1.0704517$$
Also $K = mn \times 1.0720661$

Zweytes Beyspiel. *Die Intensität K zu berechnen, wenn* $r = 2$, $\rho = 4$, $u = 60°$.

Wird die Formel $K = mn\rho\,[\mathfrak{N} . \sin \omega + \mathfrak{Z} . \cos \omega]$ (§. 36 B. II.) angewandt, so ist nach §. 22 drittem Beyspiele $\mathfrak{N} = 0.0005745$, $\mathfrak{Z} = 0.0024253$, $\omega = +\,13°\;19'\;35''$; also

$$\log \mathfrak{N} = 6.7592900 - 10$$
$$\log . \sin \omega = 9.3626670 - 10$$
$$\log \rho = 0.6020600$$
$$6.7240170 - 10 \;.\;.\; 0.00052968$$

$$\log \mathfrak{Z} = 7.3847655 - 10$$
$$\log \cos \omega = 9.9881453 - 10$$
$$\log \rho = 0.6020600$$
$$7.9749708 - 10 \;.\;.\; 0.00943997$$
Folglich $K = mn \times 0.00996965$.

Wird die Formel $K = mn\,[Z . \sin 2u . \cos \omega + N . \sin \omega]$ (§. 36 B. III.) angewandt, so haben wir durch die Reihen in §. 21 (§. 22 Beysp. 4) gefunden $Z = +\,0.01120337$, $N = +\,0.00230042$, $\omega = +\,13°\;20'\;18''$.

$$\log Z . \sin 2u = 7.9868792 - 10$$
$$\log \cos \omega = 9.9881239 - 10$$
$$7.9750031 - 10 \;.\;.\; 0.009440676$$

$$0.009440676$$

$$\log N = 7.5618072 - 10$$

$$\log \sin \omega = 9.5630491 - 10$$

$$6.7248563 - 10 \;.\;.\; 0.000530709$$

Also $K = mn \times 0.009971385$

beynahe wie oben; doch ist letzteres Resultat genauer, als das obenstehende.

Drittes Beyspiel. *Die Intensität K im nämlichen Punkte nach den Reihen in §. 39 zu berechnen.*

Da $u = 60°$, so ist $2u = 120°$, $4u = 240°$, $6u = 0°$, $8u = 120°$, $10u = 240°$, $12u = 0°$.

Aus §. 39 II. III. wird gefunden:

$$A' = +\, 10.65254$$

$$\log B' = 0.8855557$$
$$\log \cos 2u = 9.6989700$$
$$0.5845257 \;.\;.\;.\;.\;.\;.\;.\; -\, 3.84172$$

$$\log \Gamma' = 9.801712$$
$$\log \cos 4u = 9.698970$$
$$9.500682 \;.\;.\;.\;.\;.\;.\;.\; 0.316725$$

$$\log \Delta' = 8.639088$$
$$\log \cos 6u = 0.000000$$
$$8.639088 \;.\;.\; 0.04356$$

$$\log E' = 7.44871$$
$$\log \cos 8u = 9.69897$$
$$7.14768 \;.\;.\;.\;.\;.\;.\;.\; 0.001405$$

$$\log Z' = 6.2553$$
$$\log \cos 10u = 9.6990$$
$$5.9543 \;.\;.\;.\;.\;.\;.\;.\; 0.00009$$
$$-\, 4.15994$$

$$\log H' = 5.000$$
$$\log \cos 12u = 0.000$$
$$5.000 \;.\;.\;.\; 0.00001$$
$$+\, 10.67611$$

$$
\begin{aligned}
-\log \mathfrak{N}' &= 8.5180905 - 10\\
-\log \sin \omega &= 8.5888814 - 10\\
\log \rho \operatorname{cosec} u &= 0.3010300\\
\hline
& 7.2080019 - 10 \;\ldots\; 0.0016144
\end{aligned}
$$

$$
\begin{aligned}
\log \mathfrak{Z}' &= 9.7288643 - 10\\
\log \cos \omega &= 9.9996728 - 10\\
\log \rho . \operatorname{cosec} u &= 0.3010300\\
\hline
& 0.0295671 \;\ldots\ldots\; 1.0704517
\end{aligned}
$$

Also $K = mn \times 1.0720661$

Zweytes Beyspiel. *Die Intensität K zu berechnen, wenn $r = 2$, $\rho = 4$, $u = 60°$.*

Wird die Formel $K = mn\rho\,[\mathfrak{N} . \sin \omega + \mathfrak{Z} . \cos \omega]$ (§. 36 B. II.) angewandt, so ist nach §. 22 drittem Beyspiele $\mathfrak{N} = 0.0005745$, $\mathfrak{Z} = 0.0024253$, $\omega = + 13° \, 19' \, 35''$; also

$$
\begin{aligned}
\log \mathfrak{N} &= 6.7592900 - 10\\
\log . \sin \omega &= 9.3626670 - 10\\
\log \rho &= 0.6020600\\
\hline
& 6.7240170 - 10 \;\ldots\; 0.00052968
\end{aligned}
$$

$$
\begin{aligned}
\log \mathfrak{Z} &= 7.3847655 - 10\\
\log \cos \omega &= 9.9881453 - 10\\
\log \rho &= 0.6020600\\
\hline
& 7.9749708 - 10 \;\ldots\; 0.00943997
\end{aligned}
$$

Folglich $K = mn \times 0.00996965$.

Wird die Formel $K = mn\,[Z . \sin 2u . \cos \omega + N . \sin \omega]$ (§. 36 B. III.) angewandt, so haben wir durch die Reihen in §. 21 (§. 22 Beysp. 4) gefunden $Z = + 0.01120337$, $N = + 0.00230042$, $\omega = + 13° \, 20' \, 18''$.

$$
\begin{aligned}
\log Z . \sin 2u &= 7.9868792 - 10\\
\log \cos \omega &= 9.9881239 - 10\\
\hline
& 7.9750031 - 10 \;\ldots\; 0.009440676
\end{aligned}
$$

0.009440676

$\log N = 7.5618072 - 10$

$\log \sin \omega = 9.5630491 - 10$

$6.7248563 - 10$ . . 0.000530709

Also $K = mn \times 0.009971385$

beynahe wie oben; doch ist letzteres Resultat genauer, als das obenstehende.

Drittes Beyspiel. *Die Intensität K im nämlichen Punkte nach den Reihen in §. 39 zu berechnen.*

Da $u = 60°$, so ist $2u = 120°$, $4u = 240°$, $6u = 0°$, $8u = 120°$, $10u = 240°$, $12u = 0°$.

Aus §. 39 II. III. wird gefunden:

$A' = + 10.65254$

$\log B' = 0.8855557$

$\log \cos 2u = 9.6989700$

0.5845257 . . . . . . — 3.84172

$\log \Gamma' = 9.801712$

$\log \cos 4u = 9.698970$

9.500682 . . . . . . 0.316725

$\log \Delta' = 8.659088$

$\log \cos 6u = 0.000000$

8.659088 . . 0.04556

$\log E' = 7.44871$

$\log \cos 8u = 9.69897$

7.14768 . . . . 0.001405

$\log Z' = 6.2553$

$\log \cos 10u = 9.6990$

5.9543 . . . . 0.00009

— 4.15994

$\log H' = 5.000$

$\log \cos 12u = 0.000$

5.000 . . . 0.00001

+ 10.67611

$$\begin{array}{r} +\ 10.67611 \\ -\ \ 4.15994 \\ \hline +\ \ 6.51617 \end{array} \quad \ldots \quad \begin{array}{r} \log = 0.8139924 \\ \frac{1}{2}\log = 0.4069962 \\ \log 4\varrho^3 = 2.4082400 \\ \hline \log 0.009971402 = 7.9987562 - 10 \end{array}$$

Also $K = mn \times 0.009971402$, welches noch genauer ist, als die im vorigen Beyspiele berechneten Werthe, da der Werth von ω daselbst bloſs in ganzen Secunden bestimmt ist.

Viertes Beyspiel. *Die Intensität K zu berechnen, wenn $\varrho = 2$ und $u = 40°$.*

Wird die Formel $K = mn\varrho\,[\mathfrak{N}.\sin\omega + \mathfrak{Z}.\cos\omega]$ angewandt, so hat man (§. 22 Beysp. 5) $\mathfrak{Z} = +\ 0.0512686$, $\mathfrak{N} = -\ 0.0155535$, $\omega = -\ 16°\ 52'\ 35''$.

$$\begin{array}{r} \log \mathfrak{Z} = 8.7098514 \\ \log\cos\omega = 9.9808817 \\ \log 2 = 0.3010300 \\ \hline 8.9917631 \end{array} \quad \ldots \quad 0.09812124$$

$$\begin{array}{r} \log \mathfrak{N} = 8.1918282 \\ \log\sin\omega = 9.4628588 \\ \log 2 = 0.3010300 \\ \hline 7.9557170 \end{array} \quad \ldots \quad 0.00903061$$

$$\text{Also } K = mn \times 0.10715185$$

Wird die Formel $K = mn\,[Z.\sin 2u.\cos\omega + N.\sin\omega]$ angewandt, so ist (nach §. 22 Beysp. 6) $Z = +\ 0.104108$, $N = -\ 0.031112$, $\omega = -\ 16°\ 52'\ 32''$.

$$\begin{array}{r} \log Z.\sin 2u = 9.01083 \\ \log\cos\omega = 9.98088 \\ \hline 8.99171 \end{array} \quad \ldots \quad 0.098109$$

$$\begin{array}{r} \log N = 8.49279 \\ \log\sin\omega = 9.46284 \\ \hline 7.95563 \end{array} \quad \ldots \quad 0.009029$$

$$\text{Also } K = mn \times 0.107138$$

Berechnet man diesen Werth nach den Reihen in §. 39 II. III., so ist $2u = 80°$, $4u = 160°$, $6u = 240°$, $8u = 320°$, $10u = 40°$, $12u = 120°$.

		$A' = + 15.64361$	
$\log B' = 1.1625647$			
$\log \cos 2u = 9.2396702$			
0.4022349	. . . .	2.52485	
$\log \Gamma' = 0.639583$			
$\log \cos 4u = 9.972986$			
0.612569	. . . . . .		− 4.09795
$\log \Delta' = 0.062315$			
$\log \cos 6u = 9.698970$			
9.761285	. . . . . .		0.57714.5
$\log E' = 9.45116$			
$\log \cos 8u = 9.88425$			
9.34541	. . . .	0.21648	
$\log Z' = 8.8111$			
$\log \cos 10u = 9.8842$			
8.6955	. . . .	0.04958	
$\log H' = 7.982$			
$\log \cos 12u = 9.698$			
7.680	. . . . . .		0.00479.5
		+ 16.43452	− 4.67991
		− 4.67991	
		+ 11.75461 . .	$\log = 1.0702083$
			$\frac{1}{2}\log = 0.5351041$
			$\log 40^3 = 1.5051500$
			$\log 0.1071406 = 9.0299541$

Also ist $K = mn \times 0.1071406$.

Aus diesen Beyspielen erhellet, daſs, wofern man zugleich den Winkel ω berechnen soll, es am vortheilhaftesten ist, K aus dem Zähler und dem Nenner

im Ausdrucke für cot ω zu suchen; will man hingegen unmittelbar K suchen, so muſs man sich der Reihen in §§. 58, 59 bedienen, welche, auch wenn ρ nicht gröſser ist als 2, den Werth K genau bis auf die fünfte Ziffer angeben. Ist ρ kleiner als 2, so sind die Reihen nicht länger hinlänglich convergirend, und man ist genöthigt, seine Zuflucht zu den genauen Formeln in §. 19 II. in Verbindung mit §. 36 II. zu nehmen.

§. 41. Folgende Tabelle enthält die auf diese Weise berechneten Intensitäten von 10° zu 10° in verschiedenen Kreisperipherien um des Magneten Mittelpunkt.

$\omega =$	0°	5°	10°	20°	30°	40°	50°	60°	70°	80°	90°
$\rho = 2$	0.183	0.180	0.175	0.155	0.131	0.107	0.087	0.071	0.059	0.052	0.050
$\rho = 1\frac{1}{2}$	0.637	0.619	0.574	0.448	0.333	0.249	0.190	0.149	0.122	0.107	0.102
$\rho = 1\frac{1}{4}$	1.890	1.751	1.451	0.911	0.591	0.408	0.297	0.228	0.185	0.161	0.154
$\rho = 1\frac{1}{8}$	3.513	3.992	2 699	1.353	0.800	0.539	0.390	0.285	0.228	0.202	0.192
$\rho = 1$	∞	12.242	5.226	1.974	1.072	0.681	0.477	0.360	0.291	0.242	0.243
$\rho = \frac{7}{8}$	∞	18.546	7.571	3.479	2.820	1.352	0.789	0.526	0.393	0 329	0.310
$\rho = \frac{6}{8}$	∞	17.047	7.873	3.155	1.923	1.082	0.758	0.576	0.472	0.415	0.399
$\rho = \frac{5}{8}$	∞	14.877	7.423	3.372	1.964	1.295	0.945	0.727	0.605	0.541	0.521
$\rho = \frac{4}{8}$	∞	12.371	6.552	3.339	2.126	1.406	1.155	0.909	0.777	0.715	0 683
$\rho = \frac{3}{8}$	∞	9 609	5.460	3.123	2.181	1.662	1.335	1.125	0.987	0.923	0.899
$\rho = \frac{2}{8}$	∞	. .	. .	. .	. .	. .	. .	. .	. .	. .	1.183
$\rho = \frac{1}{8}$	∞	. .	. .	. .	. .	. .	. .	. .	. .	. .	1.547
$\rho = 0$	2.000	. .	. .	. .	. .	. .	. .	. .	. .	. .	2.000

Führet man um des Magneten Mittelpunkt concentrische Kreise mit den Radien $= 1, \frac{7}{8}, \frac{6}{8} \ldots$ u. s. w. der halben Magnetaxe, und setzet bey den gehörigen Punkten in den Peripherien dieser Kreise obige Intensitäten ab, so läſst sich eine Art krumme Linie (Fig. 36) ziehen, welche die Punkte verbindet, in welchen die Intensität dieselbe Gröſse hat. *Diese Linien, in welchen die magnetische Intensität dieselbe Gröſse hat,* wollen wir *isodynamische Linien* nennen. Ist AB (Fig. 36) die Magnetaxe, C ihr Mittelpunkt, DC ein Perpendikel durch den Mittelpunkt, so sieht man: 1) daſs jede Curve durch Perpendikel DC in zwey congruente Zweige getheilt wird; 2) daſs der Punkt,

wo sie vom Perpendikel DC durchschnitten wird, zunächst am magnetischen Mittelpunkte C liegt, und der Punkt, wo sie von der verlängerten Axe durchschnitten wird, am weitesten von demselben liegt.

Wofern der Magnet aufserhalb der Ebene läge, könnte man sich auch darin eine Art isodynamischer Linien denken, in welchen die magnetische Kraft dieselbe Gröfse hätte. Endlich könnte man sich isodynamische Linien auf einer Kugelfläche denken, unter welcher sich eine oder mehrere Magnetaxen befänden. Zu solchen isodynamischen Linien auf der Erde hat Hr. *v. Humboldt* die ersten Materialien geliefert; aber sie sind bey weitem nicht hinreichend. Es steht daher zu wünschen, dafs man mehrere Beobachtungen über die magnetische Intensität an verschiedenen Orten der Erdoberfläche hätte. Man siehet leicht ein, dafs, *im Falle die Erde nur eine Magnetaxe hätte, deren Mittelpunkt mit derjenigen der Erde zusammenfiele, die Neigungslinien mit den isodynamischen Linien zusammenfallen würden;* der magnetische Aequator würde diejenige Linie auf der Erde seyn, in welcher die Neigung $= 0°$, und die Intensität ein Minimum wäre. Alle kleinen Kreise, parallel mit diesem, würden zugleich Neigungslinien und isodynamische Linien seyn, dergestalt dafs zwey Orte, die gleiche Neigung hätten, auch gleiche Intensität haben müfsten. Endlich würde im magnetischen Pole sowohl Neigung als Intensität ihr Maximum erreicht haben. Aus *Humboldts* Beobachtungen ist sichtlich, dafs solches nicht Statt findet, woraus sich also bereits, wenn auch nicht auf mehrere Magnetaxen, doch auf die excentrische Lage der Magnetaxe schliefsen läfst.

§. 42. Da $K^2 = m^2n^2(A + B\cos 2u + \Gamma\cos 4u + \ldots)$, so wird, wenn ϱ beständig, u aber veränderlich ist

$$dK = -\frac{m^2n^2(B\sin 2u + 2\Gamma\sin 4u + 3\Delta\sin 6u + \ldots)\,du}{K}.$$

Die Intensität nimmt also ab, wenn die magnetische Polarentfernung oder Winkel u wächst; sie wächst also mit der magnetischen Breite. Man sieht hieraus zugleich, dafs, wenn $u = 0$, oder $u = 90°$, $dK = 0$ wird; denn in beiden Fällen ist $\sin 2u = \sin 4u \ldots = 0$. Es mufs folglich ein Punkt seyn zwischen $u = 0°$ und $u = 90°$, wo dK ein *Maximum* ist. Dieser Punkt

wird gefunden, wenn man $ddK = 0$ setzet. Setzt man $B = \frac{3}{8\varrho^6} + \frac{19}{12\varrho^8}$, $\Gamma = \frac{25}{48\varrho^8}$, und setzet die Glieder, worin ϱ^{10} und ϱ^{12} vorkommen, außer Betracht, so wird für diesen Punkt folgende Gleichung gefunden

$$0 = 81\varrho^2 + 648 + (180\varrho^2 + 1447)\cos 2u + (27\varrho^2 + 1228)\cos 4u + 225\cos 6u.$$

Wird z. B. $\varrho = 4$ gesetzt, so findet man durch mehrere Approximationen, daſs diese Gleichung $= 0$ wird, wenn $u = 47^\circ\ 46\frac{1}{2}'$; setzet man $\varrho = 10$, so wird auf nämliche Weise $u = 55^\circ\ 28'$ gefunden.

Ist ϱ so groſs, daſs auch diejenigen Glieder der Reihen, worin ϱ^8 vorkommt, als verschwindende Gröſsen angesehen werden können, so hat man nach §. 39 $K = \frac{mn}{4\varrho^3}\sqrt{10 + 6\cos 2u}$. Man findet dann $dK = -mn \times \frac{3.\sin 2u.du}{2\varrho^3(10+6\cos 2u)^{\frac{1}{2}}}$; aber $d\frac{\sin 2u}{(10+6\cos 2u)^{\frac{1}{2}}} = \frac{(10+6\cos 2u)^{\frac{1}{2}}.d\sin 2u - \sin 2u.d(10+6\cos 2u)^{\frac{1}{2}}}{10+6\cos 2u}$; also ist $0 = 2\cos 2u(10+6\cos 2u)^{\frac{1}{2}} + \frac{6\sin^2 2u}{(10+6\cos 2u)^{\frac{1}{2}}} = (10+6\cos 2u)\cos 2u + 3\sin^2 2u = 10\cos 2u + 6\cos^2 2u + 3\sin^2 2u = 3\cos^2 2u + 10\cos 2u + 3$. Durch Dividiren dieser Gleichung mit 3 wird gefunden $\cos^2 2u + \frac{10}{3}\cos 2u = -1$, also $\cos 2u + \frac{5}{3} = \pm\frac{4}{3}$, d. i. $\cos 2u = \pm\frac{4}{3} - \frac{5}{3} = -\frac{1}{3}$ (die Wurzel -3 giebt einen unmöglichen Werth für $2u$). Folglich ist $2u = 109^\circ\ 28'\ 16'',38$, und $u = 54^\circ\ 44'\ 8'',19$; welches derselbe Punkt ist, wo $\omega = 0^\circ$ (§. 24).

Zusatz 1. Da in diesem Punkte $\cos 2u = -\frac{1}{3}$, so ist $\sin 2u = \sqrt{1-\frac{1}{9}} = \sqrt{\frac{8}{9}} = \frac{1}{3}\sqrt{8}$; ferner ist hier $\sqrt{10+6\cos 2u} = \sqrt{10-2} = \sqrt{8}$; also ist $dK = -\frac{3mn}{2\varrho^3}\frac{\sin 2u\,du}{(10+6\cos 2u)^{\frac{1}{2}}} = -\frac{mn}{2\varrho^3}\frac{du\sqrt{8}}{\sqrt{8}} = -\frac{mn\,du}{2\varrho^3}$; d. i. der Zuwachs der Intensität ist hier gleich der Hälfte des Zuwachses der magnetischen Breite in Bogen (du), multiplicirt mit $-\frac{mn}{\varrho^3}$. Die Intensität selbst ist an dieser Stelle $= \frac{mn}{4\varrho^3}\sqrt{8} = \frac{mn}{2\varrho^3}\sqrt{2} = \frac{mn}{\varrho^3} \times 0.707107$.

Zusatz 2. Man ersieht hieraus, dafs der Punkt, worin die Intensität mit der gröfsten Schnelligkeit wächst, in einen desto gröfseren Abstand vom Pole des Magneten fällt, je gröfser der Radius ϱ der Sphäre wird, in welcher man die magnetischen Kräfte untersucht. Dessen gröfster Abstand vom Magnetpole ist $= 54^\circ\ 44'\ 8'',19$, wenn $\varrho = \infty$, ist $\varrho = 1$, d. i. in einer Sphäre, deren Radius gleich ist der halben Magnetaxe, fällt dieser Punkt mit dem Magnetpole selbst zusammen.

§. 43. Problem. *Im Mittelpunkte C einer Sphäre ANQS (Fig. 27) befindet sich ein Magnet von verschwindender Gröfse in Vergleich mit dem Radius der Sphäre CN; seine Axe fällt mit der Linie NS zusammen. Man suchet die Gröfse desjenigen Theiles der magnetischen Kraft, welche im Punkte L parallel mit der Tangente LT wirkt.*

$L\gamma$ sey die magnetische Ruhelinie, $LCN = u$, $\gamma LM = \omega$, $TL\gamma = i = u - \omega$ (§. 27), so ist die ganze Kraft, welche nach der Richtung $L\gamma$ wirkt, oder $K = \frac{mn}{4\varrho^3}\sqrt{10 + 6\cos 2u}$ (§. 39). Der mit der Tangente LT parallele Theil der Kraft K oder $k = K\cos TL\gamma = K\cos(u - \omega) = K\cos i$. Aber $\operatorname{tang} i = 2\cot u$ (§. 27) und $\cos i = \frac{1}{\sqrt{1 + \operatorname{tang}^2 i}} = \frac{1}{\sqrt{1 + 4\cot^2 u}}$;

also $k = \frac{K}{\sqrt{1 + 4\cot^2 u}} = \frac{mn\sqrt{10 + 6\cos 2u}}{4\varrho^3\sqrt{1 + 4\cot^2 u}} = \frac{mn}{4\varrho^3}\sqrt{\frac{10 + 6\cos 2u}{1 + 4\cot^2 u}}$.

Aber $10 + 6\cos 2u = 4 + 12\cos^2 u$; multiplicirt man Zähler und Nenner unter dem Wurzelzeichen mit $\sin^2 u$, so erhält man $\frac{10 + 6\cos 2u}{1 + 4\cot^2 u} = \frac{4\sin^2 u(1 + 3\cos^2 u)}{\sin^2 u + 4\cos^2 u}$

$= \frac{4\sin^2 u(1 + 3\cos^2 u)}{1 + 3\cos^2 u} = 4\sin^2 u$; also ist $k = \frac{mn}{4\varrho^3}\sqrt{4.\sin^2 u} = \frac{mn}{2\varrho^3}.\sin u$.

Der mit der Tangente parallele Theil der magnetischen Kraft ist also mit dem Sinus des magnetischen Polarabstandes proportionirt.

Ist $u = 0^\circ$, so ist $k = 0$, d. i. unter dem Magnetpole ist der mit der Tangente parallele Theil der Kraft $= 0$, und eine Nadel, welche an dieser Stelle die Sphäre berührt, ist gleichgültig gegen jede Lage. Ist $u = 90^\circ$, so

ist $k = \frac{mn}{2\varrho^3} = K$ (§. 39), d. i. im magnetischen Aequator ist der mit der Tangente parallele Theil der Kraft gleich der ganzen magnetischen Kraft; ist $u = 30°$, wird die Kraft halb so groſs.

Humboldt *) bemerkt, daſs die horizontale Kraft von Berlin aus wächst, wenn man sich dem magnetischen Aequator nähert. Man könnte sich einen Punkt denken, wo sie ihr Maximum erreicht hätte, aber dieses muſs, sagt er, südlicher als Neapel seyn. Aus vorhinangeführter Theorie ersieht man, daſs es, wofern der Erdmagnet sehr klein ist, kein solches Maximum giebt, sondern daſs der horizontale Theil der Kraft vom Pole aus bis zum magnetischen Aequator im nämlichen Verhältnisse wächst, wie der Sinus des Abstandes des Ortes vom Magnetpole.

§. 44. Problem. *Wenn ein unendlich kleiner Magnet ausserhalb des Mittelpunktes eines Kreises liegt, die Gröſse der magnetischen Kraft in einem gegebenen Punkte der Peripherie zu finden.*

I. Es sey (Fig. 30) L der Punkt, C des Kreises, c des Magneten Mittelpunkt, ns die verlängerte Magnetaxe, der excentrische Winkel ACB $= \varepsilon$, Lcn $= u$, LCN $= v$, die Halbaxe des Magneten $= 1$, der Radius des Kreises CL $= r$, die Excentricität $\frac{\mathrm{Cc}}{\mathrm{LC}} = e$, der Abstand des Punktes L vom Mittelpunkte des Magneten oder Lc $= \varrho$; so ist, nach §. 31 I., $\varrho^2 = r^2[1 + e^2 - 2e\sin(v - \varepsilon)]$ und $\cos u = \frac{r(\cos v + e\sin\varepsilon)}{\varrho}$. Nun ist

$$K = \frac{mn}{4\varrho^3}\sqrt{10 + 6\cos 2u}\ (\S.\ 39) = \frac{mn}{4\varrho^3}\sqrt{12\cos^2 u + 4} = \frac{mn}{2\varrho^3}\sqrt{3\cos^2 u + 1}.$$

Setzet man obige Werthe für ϱ und $\cos u$ ein, so bekommt man

$$K = \frac{mn}{2\varrho^3}\left\{\frac{3r^2(\cos v + e\sin\varepsilon)^2}{\varrho^2} + 1\right\}^{\frac{1}{2}} = \frac{mnr}{2\varrho^4}\left\{3(\cos v + e\sin\varepsilon)^2 + 1 + e^2 - 2e\sin(v - \varepsilon)\right\}^{\frac{1}{2}}$$

$$= \frac{mn}{2r^3}\,\frac{[3(\cos v + e\sin\varepsilon)^2 + 1 + e^2 - 2e\sin(v - \varepsilon)]^{\frac{1}{2}}}{[1 + e^2 - 2e\sin(v - \varepsilon)]^2}.$$

*) Beobachtungen über die Stärke und über die Neigung der magn. Kräfte u. s. w. von Humboldt und Gay-Lussac. Ann. der Ph. Jahrg. 1808, 3 St., XXVIII. B., 3 St.

Folglich wird die Intensität

für $v = 0°$ im Punkte $N = K = \frac{mn}{2r^3} \cdot \frac{[3(1+e\sin\varepsilon)^2 + 1 + e^2 + 2e\sin\varepsilon]^{\frac{1}{2}}}{(1+e^2+2e\sin\varepsilon)^2}$

für $v = 180°$ im Punkte $S = K = \frac{mn}{2r^3} \frac{[3(1-e\sin\varepsilon)^2 + 1 + e^2 - 2e\sin\varepsilon]^{\frac{1}{2}}}{(1+e^2-2e\sin\varepsilon)^2}$

für $v = \pm 90°$ in A und $Q = K = \frac{mn}{2r^3} \frac{[3e^2\sin^2\varepsilon + 1 + e^2 \mp 2e\cos\varepsilon]^{\frac{1}{2}}}{(1+e^2\mp 2e\cos\varepsilon)^2}$.

II. Setzet man $\varepsilon = 0$, wie in Fig. 31, so wird

$$K = \frac{mn}{2r^3} \frac{(3\cos^2 v + 1 + e^2 - 2e\sin v)^{\frac{1}{2}}}{(1+e^2-2e\sin v)^2}.$$

Folglich, wenn $v = 0°$ und $v = 180°$ in N und S, $K = \frac{mn(4+e^2)^{\frac{1}{2}}}{2r^3(1+e^2)^2}$;

und wenn $v = \pm 90°$ in A und Q, $K = \frac{mn(1+e^2\mp 2e)^{\frac{1}{2}}}{2r^3(1+e^2\mp 2e)^2} = \frac{mn}{2r^3(1\mp e)^3}$.

Wären in einer Kugel die Intensitäten k und k' der Punkte A und Q bekannt, so könnte daraus die Excentricität e gefunden werden; denn $k = \frac{mn}{2r^3(1-e)^3}$, $k' = \frac{mn}{2r^3(1+e)^3}$; also $k : k' = (1+e)^3 : (1-e)^3$, folglich $k(1-e)^3 = k'(1+e)^3$, oder $0 = k' - k + 3(k'+k)e + 3(k'-k)e^2 + (k'+k)e^3$. Diese Gleichung, in welcher k' und k bekannt sind, würde den Werth von e geben, welches um so leichter anginge, falls e ein so kleiner Bruch wäre, daſs e^3, oder beides e^3 und e^2 auſser Betracht gesetzt werden könnten.

III. Wird gesetzt $\varepsilon = 90°$, wie in Fig. 32, so wird

$$K = \frac{mn}{2r^3} \frac{[3(\cos v + e)^2 + 1 + e^2 + 2e\cos v]^{\frac{1}{2}}}{(1+e^2+2e\cos v)^2}$$
$$= \frac{mn}{2r^3} \frac{(3\cos^2 v + 8e\cos v + 4e^2 + 1)^{\frac{1}{2}}}{(1+e^2+2e\cos v)^2}.$$

Man erhält folglich

für $v = 0°$ im Punkte N, $K = \frac{mn}{r^3} \frac{(1+2e+4e^2)^{\frac{1}{2}}}{(1+2e+e^2)^2} = \frac{mn(1+2e+4e^2)^{\frac{1}{2}}}{r^3(1+e)^4}$

für $v = 180°$ im Punkte S, $K = \frac{mn}{r^3} \cdot \frac{(1 - 2e + 4e^2)^{\frac{3}{2}}}{(1 - 2e + e^2)^2} = \frac{mn(1 - 2e + 4e^2)^{\frac{3}{2}}}{r^3(1 - e^2)^4}$

für $v = \pm 90°$ in A und Q, $K = \frac{mn}{2r^3} \cdot \frac{(4e^2 + 1)^{\frac{3}{2}}}{(1 + e^2)^2}$.

§. 45. Im Punkte N (Fig. 37) sey eine Magnetnadel *ab*; MN sey der magnetische Meridian, in welchem also die Nadel, falls dieselbe blos durch die magnetischen Kräfte der Erde getrieben würde, in Ruhe wäre. Leget man in den Punkt C den Mittelpunkt eines lineären Magneten AB, so wird die Nadel nicht länger im Meridiane, sondern in einer Linie *ab*, ruhen, welche mit derselben einen Winkel MNa bildet. Sind die Kraft des Magneten, sein Abstand NC und der Winkelabstand MNC vom Meridiane nebst dem Winkel NCB bekannt, welchen derselbe mit der beide Mittelpunkte verbindenden Linie NC bildet, so läfst sich der Winkel MNa nach der obigen Theorie berechnen.

Man verlängere die Magnetaxe AB, fälle NG perpendikulär auf AG; so wird die Nadel, wofern blos der Magnet auf dieselbe wirket, in einer Linie NE in Ruhe seyn, die einen Winkel ENG $= \omega$ mit dem Perpendikel NG (§. 19) bildete. Man setze NCB $= u$, CN $= \varrho$, MNC $= v$, MNa $=$ bND $= x$, MNE $= a$, der Erde magnetische Intensität $= M$, des Magneten $= m$; so ist $M . \sin x = mF \sin (a - x)$ (§. 5) $= mF(\sin a . \cos x - \cos a . \sin x)$, und

folglich $\tang x = \frac{mF . \sin a}{M + mF . \cos a} = \frac{\sin a}{\frac{M}{mF} + \cos a}$, oder $\cot x = \frac{M}{mF \sin a} + \cot a$.

Nun ist der Winkel $a =$ MNE $=$ MNC $+$ CNG $+$ ENG $= v + 90° - u + \omega$; aus ϱ und u wird ferner ω nach §. 21 und F nach §. 36 gefunden; also ist in obiger Gleichung alles bekannt, ausgenommen $\frac{M}{m}$; aber diese Gröfse wird auf dieselbe Art wie in §. 8 gefunden.

So ward in §. 8 (Seite 139) für den Magneten B gefunden (wenn $r = 2$) $\frac{M}{m} = 0.040229$. Wäre also z. B. $v = 60°$, $u = 20°$, $\varrho = 6$, so ward hier-

aus gefunden $\omega = - 58° 56'$ (§. 21), $F = 0.0045500$ (§. 36 III.); folglich $a = v + \omega + 90° - u = 60° - 58° 56' + 90° - 20° = 71° 4'$.

Nun ist

$$\log F = 7.65801$$
$$\log \sin a = 9.97584$$
$$7.63385$$
$$\log \frac{M}{m} = 8.60454$$
$$0.97069 \ldots\ldots 9.34740$$
$$\cot q = 0.34303$$
$$x = 5° 55' \qquad \cot x = 9.69043$$

Um auch auf diese Weise die obige Theorie zu prüfen, wurde folgender Versuch angestellt.

Achter Versuch.

Derselbe Compaſs, welcher beym ersten und zweyten Versuche gebraucht worden, ward auf dieselbe Weise wie dort auf das Lineal gesetzt, und letzteres so lange gedreht, bis die Nadel auf 0° spielte; hierauf wurde längs dem Linealrande auf dem Tische die Linie MND gezogen, welche also der magnetische Meridian ist. Aus dem Punkte N wurde mittelst eines Radius NM, gleich 6 Halbaxen des Magneten AC, der Kreisbogen MCF gezogen, und derselbe von 20° zu 20° eingetheilt, auch zu jedem der Theilungspunkte Radien NC gezogen. Auf einer Papierscheibe wurde mittelst eines Radius, gleich der Halbaxe des Magneten AC, der Kreis AIBH beschrieben, welcher von 20° zu 20° eingetheilt ward. Des Kreises Mittelpunkt C wurde über die Theilungspunkte im Bogen MCF gelegt und dermaſsen befestigt, daſs die Linie HI (0° — 180°) den Radius NC deckte. Hierauf wurde der Compaſs über dem Punkte N dergestalt gesetzt, daſs die Linie Nord-Süd die Linie MND deckte, und der Mittelpunkt der Nadel den Punkt N; endlich wurde der Magnet B (erster Versuch §. 5) auf die Papierscheibe in den Richtungen IH, 20 — 200, 40 — 220, BA u. s. w. gelegt, und die Abweichung der Nadel vom Meridiane oder der Winkel bND $= x$ zusammt dem Bogen MC $= v$ und dem Bogen IB $= u$ aufgezeichnet. Hierauf wurde mit den Werthen

$\frac{M}{m} = 0{,}040229$ die Gröſse von x nach obiger Formel berechnet. Sowohl die beobachteten als die berechneten Gröſsen des Winkels x für MC $= v = 60°$ sind in nachstehender Tabelle enthalten.

$u =$	0°	20°	40°	60°	80°	100°	120°	140°	160°
x beobacht.	5° 26′	5° 40′	5° 20′	4° 12′	2° 36′	0° 40′	−1° 20′	−3° 15′	−5° 0′
x berechn.	5 34	5 53	5 26	4 15	2 38	0 41	−1 26	−3 31	−5 3
$u =$	180°	200°	220°	240°	260°	280°	300°	320°	540°
x beobacht.	−6° 0′	−6° 12′	−5° 20′	−4° 0′	−2° 20′	−0° 40′	1° 6′	2° 45′	4° 15′
x berechn.	−6 16	−6 20	−5 33	−4 15	−2 32	−0 36	1 14	3 1	3 55

Man sieht, daſs die Differenzen zwischen dem beobachteten und berechneten Werthe von x keinen $\frac{1}{4}$ Grad übersteigen, welches allenfalls Fehlern in der Beobachtung zugeschrieben werden könnte; aber da die berechneten Werthe überall zu groſs sind, so könnte diesem durch Annahme eines etwas kleineren Werthes für den Quotienten $\frac{M}{m}$ *) abgeholfen werden. Da dieser Magnet äusserst schwach war (siehe §. 17), so wurden die Winkel x nur sehr klein, und also der Versuch weniger entscheidend; darum führen wir nicht den übrigen Theil dieses Versuches an, worin v war $= 20°$, $40°$ u. s. w. Doch zweifle ich nicht, daſs derselbe, wenn man ihn mit einem starken Magneten in etwas geringerem Abstande von der Nadel **) wiederholte, sehr belehrend ausfallen müſste, da der Winkel x sowohl durch die Intensität F, als

*) Gegenwärtiger Versuch wurde den 12 Aug. 1811 angestellt; der erste Versuch, wodurch der Werth von $\frac{M}{m}$ ausgemittelt ward, ein halbes Jahr früher, d. h. zu Anfange des Jahres. Wohl möglich also, daſs $\frac{M}{m}$ sich ein weniges verändert hatte; aber, ist $\frac{M}{m}$ kleiner geworden, so muſs entweder M (der Magnetismus der Erde) kleiner, oder m (die Intensität des Magneten) gröſser geworden seyn. Letzteres ist nicht wahrscheinlich, und ersteres müſste, um angenommen zu werden, durch entscheidendere Versuche begründet werden.

**) Fünf halbe Magnetaxen sind der geringste Abstand, den der Magnet von der Nadel haben kann, wenn die Länge der letzteren keinen merklichen Einfluſs auf den Winkel x haben soll.

durch den Winkel ω bestimmt wird, und solches überdies die einzige Weise ist, um durch directe Versuche die Theorie des letztern zu prüfen. Bey so bewandten Umständen müfste man jeden Versuch in vier verschiedenen Punkten der Peripherie MCF wiederholen, nämlich indem man dem Bogen MC folgende vier Werthe ertheilte: v, $180° - v$, $180° + v$, $360° - v$. Wofern beide Halbaxen des Magneten AC und BC dieselbe Intensität hätten, und die Linie Nord-Süd im Compasse genau die Linie MD deckete, so würden diese vier Versuche dieselben Werthe von x für gleiche Werthe von u geben; eine Mittelzahl aus dem ersten und vierten, oder dem zweyten und dritten Versuche würde die Unrichtigkeit aufheben, welche aus der ungleichen Intensität in beiden Halbaxen herrührte; und eine Mittelzahl aus dem ersten und zweyten, oder aus dem dritten und vierten diejenige, wozu die unrechte Lage des Instruments verleitete.

§. 46. In der obigen Theorie haben wir die Wirkungsgesetze eines *linearen* Magneten untersucht; aber die bey den Versuchen gebrauchten Magneten waren nichts weniger als lineäre. Unter der Gröfse m haben wir die Intensität derjenigen Punkte in der linearen Magnetaxe verstanden, deren Abstand vom Mittelpunkte war $= 1$; der durch die Versuche gefundene Werth von m mufs also die Summe der Wirkungen aller Theilchen in einer Durchschnittsfläche des Magneten seyn, dessen Abstand von der Aequatorfläche ist $= 1$. Durch die Versuche haben wir uns also die Wirkung jedes auf die Magnetaxe lothrechten Durchschnittes, gesammelt im Mittelpunkte der Durchschnittsfläche, und also die Wirkung der ganzen Magnetaxe, gesammelt in einer diese Mittelpunkte verbindenden Linie, vorgestellt. In gröfseren Abständen scheint diese unrichtige Voraussetzung keine bedeutende Unrichtigkeit in den daraus abgeleiteten Folgerungen mit sich zu führen. Um sich jedoch desto sicherer davon zu überzeugen, ward folgender Versuch angestellt.

Neunter Versuch.

Beide Magneten A und B (Versuch 1 und 2 §. 5) wurden mit ihren gleichartigen Polen dergestalt zusammengebunden, dafs beide gesammelt jetzt einen einzigen Magneten von doppelt so grofser Dicke ausmachten. Darauf wurden die Versuche in §. 5 mit diesen beiden vereinigten Magneten wieder-

holt, und die Abweichung der Nadel vom Meridiane, oder der Winkel w so aufgezeichnet, wie folgende kleine Tafel ausweiset.

Abst. $gC = a$		12,8	11,0	10,0	9,0	8,6	8,2	7,8	7,4	7,0	6,6	6,2	5,8	5,4	5,0
Winkel $mgo = w$	N. P.	1° –	1° ½	2° +	2° ⅛	3° ¼	3° ¾	4° ⅕	5° +	6°	7° ¼	8° ¾	10° ¾	13° ½ –	17°
	S. P.	1 –	1 ½	2 +	2 ¾	3 ⅓	3 ¾ –	4 ¼	5 ⅓	6 +	7 ⅓	8 ¾	10 ¾	13 ¼	16 ¾
	Mitt.	0° 57′	1° 33′	2° 3′	2° 48′	3° 18′	3° 44′	4° 29′	5° 7′	6° 2′	7° 18′	8° 45′	10° 45′	13° 24′	16° 51′
Abst. $gC = a$		4,8	4,6	4,4	4,2	4,0	3,8	3,6	3,4	3,2	3,0	2,8	2,6	2,4	
Winkel $mgo = w$	N. P.	19° +	21° ⅔	24° ½	27° ⅚	32° ⅛	36° ¾	42° ⅕	48° –	54° ⅓	60° ¼	67°	72° ¾	77° ¾	
	S. P.	19 –	21 ½	24 ½	28 –	32 –	36 ⅔	42	48 –	54 ⅓	61	67	72 ¾	77 ⅔	
	Mitt.	19° 2′	21° 35′	24° 33′	27° 54′	32° 4′	36° 43′	42° 6′	47° 57′	54° 20′	60° 53′	67° 0′	72° 45′	77° 43′	

Denket man sich nun die Kraft beider vereinigten Magnetaxen, gesammelt in einer Linie, bezeichnet man die Intensität des Punktes in dieser Linie, dessen Abstand vom Mittelpunkte als Einheit angenommen wird, mit μ, und suchet die Gröſse von $\frac{\mu}{M} = \frac{\text{tang}\, w}{F}$ auf dieselbe Weise, wie in §. 8 (nach Formel V. §. 4), so werden die in folgender Tafel enthaltenen Gröſsen gefunden. Der berechnete Werth des Winkels w ist gefunden nach der Formel $\text{tang}\, w = \frac{\mu}{M} \cdot F$, worin $\frac{\mu}{M}$ durch die Mittelzahl aus den 16 ersten Quotienten gefunden ward = 35,506 (die 8 ersten geben 35,334, die 8 folgenden 35,678).

Abstand a.	Winkel w.	log F.	$\frac{\text{tang}\, w}{F}$	Winkel w ber.	Differenz.	Abstand a.	Winkel w.	log F.	$\frac{\text{tang}\, w}{F}$	Winkel w ber.	Differenz.
12,8	0° 57′	6.68063	34.595	0° 59′	+ 0° 2′	4,8	19° 2′	7.98215	35,947	18° 49′	− 0° 13′
11,0	1 33	6.87821	35.818	1 32	− 0 1	4,6	21 35	8.03935	36,091	21 16	− 0 19
10,0	2 3	7.00288	35.558	2 3	0 0	4,4	24° 33′	8.10045	36,245	24° 6′	− 0° 27′
9,0	2 48	7.14629	34.924	2 51	+ 0 3	4,2	27 54	8.16411	36,285	27 23	− 0 31
8,6	3° 18′	7.20169	36,071	3° 15′	− 0° 3′	4,0	32 4	8.23106	36,800	31 10	− 0 54
8,2	3 44	7.26773	35,220	3 46	+ 0 2	3,8	36 43	8.30222	37,190	35 27	− 1 16
7,8	4 29	7.33403	35,176	[illegible] 29	+ 0 [illegible]	3,6	42° 6′	8.37756	. . .	40° 15′	− 1° 51′
7,4	5 7	7.40350	35,361	5 8	+ 0 1	3,4	47 57	8.45789	. . .	45 33	− 2 24
7,0	6° 2′	7.47674	35,261	6° 4′	+ 0° 2′	3,2	54 20	8.54389	. . .	51 10	− 3 10
6,6	7 18	7.55515	35,687	7 16	− 0 2	3,0	60 53	8.63651	. . .	56 58	− 3 55
6,2	8 45	7.63927	35,401	8 46	+ 0 1	2,8	67° 0′	8.73709	. . .	62° 43′	− 4° 17′
5,8	10 45	7.72937	35,494	10 47	+ 0 2	2,6	72 45	8.84716	. . .	68 11	− 4 34
5,4	13° 24′	7.82338	35,778	13° 18′	− 0° 6′	2,4	77 43	8.96891	. . .	73 10	− 4 33
5,0	16 51	7.92665	35,860	16 42	− 0 9						

Aus diesem Versuche ersieht man 1) daſs der Quotient tang $w:F$ auch hier, gerade wie im ersten und zweyten Versuche, beständig ist, solange der Abstand nicht kleiner ist, als 5 von des Magneten Halbaxen*); 2) daſs die berechneten Winkel w bis auf diesen Abstand ganz und gar mit den beobachteten übereinstimmen, aber in geringeren Abständen zu klein werden, wie im ersten und zweyten Versuche; 3) daſs folglich die Dicke des Magneten keinen merklichen Einfluſs auf diesen Versuch gehabt habe; wie denn auch zu vermuthen stand.

Zu einer andern und wichtigeren Bemerkung giebt gegenwärtiger Versuch Anlaſs. Durch ein Mittel aus den 16 ersten Quotienten tang w wird gefunden $\frac{\mu}{M} = 35{,}506$. In §. 5 ward gefunden für den Magneten B $\frac{M}{m} = 0{,}040229$, für den Magneten A $\frac{M}{m'} = 0{,}049142$, also $\frac{m}{M} = 24{,}858$, $\frac{m'}{M} = 20{,}349$**); man möchte also erwarten, daſs für die beiden gesammelten Magneten die Intensität seyn würde $= \frac{m + m'}{M} = 24{,}858 + 20{,}349 = 45{,}207$. Aber oben ward gefunden für die gesammelten Magneten $\frac{\mu}{M} = 35{,}506$; also sieht man, daſs die Wirkung zweyer Magneten, die einander mit ihren gleichbenannten Polen berühren, kleiner ist, als die Summe beider Wirkungen der einzelnen Magneten.

*) Bey einer gröſsern Nadel müſste dieser Abstand natürlich gröſser werden. Da die Länge der bey diesen Versuchen gebrauchten Nadel war = 24,8, und des Magneten = 56,4 Linien (s. 5), also des letztern halbe Länge = 28.2, so wird dieser Abstand, wenn die Länge der Nadel als Einheit angenommen wird $= 5 \times \frac{28.2}{24.8} = 5{,}7$. Dieser Versuch darf also nicht weiter fortgesetzt werden, als bis der Abstand zwischen den Mittelpunkten des Magneten und der Nadel $5\frac{1}{2}$ bis 6 Mal die Länge der Nadel wird.

**) Bey diesem den 8 August 1811 angestellten Versuche finde ich angemerkt: "Jeder Magnet wurde für sich geprüft und befunden, dieselbe Abweichung (Winkel w) wie im Winter zu geben".

Diese Erscheinung mufs auf dieselbe Weise wie eine ähnliche im siebenten Versuche (S. 164) erklärt werden. Jedes Theilchen des einen Magneten strebet, einen entgegengesetzten Magnetismus in den zunächst liegenden Punkten des andern Magneten zu erregen; dadurch schwächen also beide Magneten wechselsweise ihre Intensität. Diese Wirkung mufs natürlich in den Berührungsflächen am gröfsten seyn, und von diesen gegen die entgegengesetzten Seitenflächen hin abnehmen. Dasselbe mufs mit jedem einzelnen Magneten der Fall seyn; denket man sich einen Schnitt durch denselben perpendikulär auf seine Längenaxe, und ein Theilchen in der Mitte dieser Fläche, so werden alle umherliegenden Theilchen streben, im mittelsten den entgegengesetzten Magnetismus zu erregen. Bey den übrigen Theilchen ausserhalb des Mittelpunktes wird dieses Streben, im Verhältnisse wie sie entfernter vom Mittelpunkte liegen, immer schwächer und endlich am schwächsten im Umkreise werden; folglich werden die Intensitäten am stärksten im Umkreise seyn, und gegen den Mittelpunkt hin abnehmen. Dieses stimmt vollkommen überein mit einer andern bekannten Erfahrung, nämlich, dafs, wenn mehrere prismatische Magneten von einerley Länge, aber verschiedener Dicke bis zur Sättigung magnetisirt werden, die anziehenden oder zurückstofsenden Kräfte dieser Magneten in einem geringeren Verhältnisse zunehmen, als die Durchschnittsflächen, d. i. als die Menge der Theilchen: welches letztere Verhältnifs wahrscheinlich statt gefunden haben würde, falls alle Theilchen in der Durchschnittsfläche dieselbe Intensität erhalten hätten.

Zehnter Versuch.

Um sich von der Richtigkeit des Obigen zu überzeugen, wurde der achte Versuch mit beiden Magneten wiederholt, doch mit dem Unterschiede, dafs sie parallel mit einander in einem Abstande von zwey Decimalzollen gelegt wurden. Dadurch fand sich

in den Abständen	6	7	8	9
der Winkel $W =$	11° 45′	7° 50′	5° 0′	5° 55′
$\frac{\mu'}{M} =$	43,290	43,923	43,920	44,502

Durch eine Mittelzahl hieraus findet sich also für die beiden gesammelten Magneten $\frac{\mu'}{M} = 45{,}858$; oben fand sich $\frac{m + m'}{M} = 45{,}207$. Wenn also der Abstand der Magneten von einander 2 Zoll ist, so mufs ihre gegenseitige Einwirkung auf einander unbedeutend seyn, weil ihre Intensität bis auf ein weniges den Summen der Intensitäten der einzelnen Magneten gleich gefunden wird. Werden die obigen Winkel berechnet durch die Formel $\text{tg}\,W = \frac{m + m'}{M} . F = F \times 45{,}207$, so findet sich

für den Abstand	6	7	8	9
der Winkel $W =$	12° 15′	7° 43′	5° 9′	3° 36′

nur wenig verschieden von den durch den Versuch gefundenen Gröfsen.

Eilfter Versuch.

Die Magneten wurden, wie im achten Versuche, zusammengebunden, aber in umgekehrter Lage, so dafs die freundschaftlichen Pole einander berührten (der Nordpol des einen am Südpole des andern); die weitere Verfahrungsart bey diesem Versuche war wie im achten.

Abstand a.	Winkel W'.	log. F.	$\frac{\text{tang}\, w}{F}$	Winkel W' berechn.	Differenz.
9	0° 20′	7.14625	4,5698	0° 22′	+ 2′
8	0 26	7.29929	4,5810	0 [illegible]	+ 5
7	0 40	7.47674	4,0762	0 46	+ 6
6	1 6	7.68167	5,9962	1 14	+ 8
5	1 50	7.92665	5,7900	2 11	+ 21
4	4 0	8.25106	4,1075	4 25	+ 25
3	10 10	8.63651	4,1415	11 5	+ 53

Im Mittel aus allen findet sich also $\frac{\text{tang}\, W'}{F} = \frac{\mu''}{M} = 4{,}152$. Vor dem

Versuche wurde jeder einzelne Magnet für sich auf das Lineal gelegt, und dadurch fand sich

in den Abständen	8	6	
Winkel w	2° 50′	6° 50′	Magnet B
	2 20	5 56	Magnet A.

Hieraus findet sich für den Magneten B $\frac{m}{M} = 24{,}951$ und $24{,}845$, im Mittel $= 24{,}898$; für den Magneten A $\frac{m'}{M} = 20{,}407$ und $20{,}455$, im Mittel $= 20{,}431$; also $\frac{m+m'}{M} = 45{,}329$, $\frac{m-m'}{M} = 4{,}467$. Aus dem ersten und zweyten Versuche fand sich $\frac{m}{M} = 24{,}858$, $\frac{m'}{M} = 20{,}349$; also $\frac{m+m'}{M} = 45{,}207$ *), $\frac{m-m'}{M} = 4{,}509$, etwa wie die obigen. Aus dem letzten Werthe ist der Winkel W' in obiger Tabelle nach der Formel $\tang W' = F \times 4{,}509$ berechnet. Man sieht also, dafs, *wenn zwey gleich grofse Magneten dergestalt zusammengelegt werden, dafs die freundschaftlichen Pole einander berühren, sie sehr nahe wie ein einzelner Magnet wirken, dessen Intensität gleich ist der Differenz zwischen beiden.*

Zusatz. Werden die im ersten Versuche durch den Magneten B gefundenen Winkel mit w, die im zweyten Versuche durch den Magneten A gefundenen mit w' bezeichnet, die Winkel im zehnten Versuche, wo die gleichnamigen Pole beider Magneten zusammenlagen, mit W, und die Winkel im

*) Dieser, wie der neunte Versuch, wurde den 11 Aug. 1811 angestellt, und da aus den in den Abständen 8 und 6 gefundenen Winkeln w ein etwas gröfserer Werth der Gröfsen $\frac{m}{M}$ und $\frac{m'}{M}$ gefunden wird, als aus Versuch 1 und 2, so scheint dies die Vermuthung in der Anmerkung S. 250 zu bestätigen, dafs der Magnetismus (M) der Erde im August 1811 etwas schwächer war, als den Winter vorher. Die Anmerkung S. 253 bey Versuch 9, welche dagegen zu streiten scheint, kommt nicht in Betracht, weil die Gröfsen der gefundenen Winkel nicht aufgezeichnet sind, und die Vergleichung also blos oberflächlich gewesen ist.

eilften Versuche, wo die ungleichnamigen Pole zusammenlagen, mit W', so ist sehr nahe nach Versuch 10 $\tang W = \frac{m + m'}{M} . F = \frac{m}{M} F + \frac{m'}{M} F$ $= \tang w + \tang w'$, und nach Versuch 11 $\tang W' = \frac{m - m'}{M} . F = \frac{m}{M} F + \frac{m'}{M} F$ $= \tang w - \tang w'$. Sind w und w' sehr kleine Winkel, so ist folglich sehr nahe $W = w + w'$, $W' = w - w'$. So fand sich

in den Abständen	6		7		8		9		
$w =$	6°	50′	4°	15′	2°	50′	2°	0′	Magnet B
$w' =$	5	36	3	33	2	20	1	38	Magnet A
$w + w' =$	12°	26′	7°	48′	5°	10′	3°	38′	
$w - w' =$	1	14	0	42	0	30	0	22	

welches bis auf Weniges dieselben Gröſsen sind, die in den Versuchen 10 und 11 gefunden wurden.

§. 47. In der ganzen obigen Theorie ist vorausgesetzt, daſs die Intensität jedes Theilchens in einem linearen Magneten durch mx^r vorgestellt werden könne, wo r angenommen ward entweder den Werth 2 oder 3 zu haben; d. i. daſs die Intensität in der Axe durch die Ordinaten einer Apollonischen oder Cubischen Parabel vorgestellt werden könne. Aber erwäget man, daſs jeder Magnet von etwas beträchtlicher Länge meist mehr als zwey Pole, also mehr Punkte habe, wo die Intensität ist $= 0$, so ersieht man, daſs die Curve, deren Ordinaten die Intensitäten vorstellen sollen, von der Beschaffenheit seyn müsse, daſs sie mehrere Male die Axe schneiden könne; welches die oben angeführten Parabeln nicht leisten.

Setzet man die Intensität eines Theilchens in der Axe $= i$, dessen Abstand vom Mittelpunkte $= x$, so könnte der Werth von i richtiger durch folgende Gleichung ausgedrückt werden

$$i = \mu(ax^r + bx^{r+1} + cx^{r+2} + dx^{r+3} + \ldots)$$
$$= a\mu x^r\left(1 + \frac{b}{a}x + \frac{c}{a}x^2 + \frac{d}{a}x^3 + \ldots\right)$$
$$= mx^r(1 + Ax + Bx^2 + Cx^3 + \ldots),$$

wo ein Theil der Coefficienten A, B, C u. s. w. negative Gröſsen seyn müssen.

Ist der Abstand x des Theilchens vom magnetischen Mittelpunkte sehr klein, so kann Ax und die folgenden Glieder in obiger Reihe ausser Betracht gelassen werden, und folglich kann man in Magneten, worin das Verhältnifs zwischen der Länge und den übrigen Dimensionen nicht gar zu grofs ist, ohne merklichen Fehler die Intensität $i = mx^r$ annehmen.

§. 48. In §. 45 wurde bemerkt, dafs, wenn man sich einen prismatischen Magneten durchschnitten von einem ebenen senkrecht auf die Längenaxe geführten Schnitt denkt, die Intensität derjenigen Theilchen, die dem Umkreise dieses Schnittes nahe liegen, gröfser seyen, als die Intensität der mittelsten Theilchen. Von der Richtigkeit dieser Beobachtung kann man sich durch verschiedene bekannte Erfahrungen überzeugen, worunter folgende genannt zu werden verdienen. Wenn zwey prismatische Magneten von gleichen Dimensionen so schwach sind, dafs sie, wenn die Endflächen sich vollkommen decken, einander kaum zu tragen vermögen, so geschiehet dieses mit Leichtigkeit, sobald sich blos die Seitenlinien der Endflachen berühren; und die Kraft, welche erfordert wird, um sie zu trennen, ist gewöhnlich am gröfsten, wenn die kürzesten Seitenlinien in Berührung sind. Wird ein prismatischer Magnet vertikal unter einem horizontal liegenden Papiere dermafsen gehalten, dafs die Endfläche des Magneten die unterste Fläche des Papieres berührt, und bestreuet man das Papier mit Eisenfeilspähnen, so sammeln sich diese in gröfster Menge über den Seitenlinien der Endfläche, und stellen deutlich die Figur der Endfläche dar. Leget man den Magneten horizontal unter das Papier, und bestreuet es mit Eisenfeilspähnen, so geben diese ebenfalls den Umrifs der Seitenfläche an, indem sie sich da am stärksten anhäufen, und die zwischen den Seitenlinien eingeschlossene Fläche fast entblöfst lassen.

Hier stöfst also die Theorie auf die dritte Schwierigkeit, nämlich die Untersuchung *des Gesetzes für die Vertheilung der Intensitäten in den auf der Axe lothrechten Durchschnittsflächen*, *welches das dritte magnetische Elementargesetz ist*. Dieses Gesetz wird um so schwieriger auszumitteln, da es wahrscheinlich verschiedene Modificationen nach der verschiedenen Figur der Durchschnittsfläche erhält. Ist der Magnet cylindrisch, so ist glaublich, dafs alle Theilchen in der Durchschnittsfläche, welche denselben Abstand vom

Mittelpunkte haben (d. i. von der Axe des Cylinders), dieselbe Intensität haben, so dafs man sich jede Durchschnittsfläche denken kann als aus einer unendlichen Menge Kreisringe bestehend, mit vom Mittelpunkte gegen den äussersten Umkreis hin wachsenden Intensitäten. In prismatischen Magneten wird das Gesetz für diese Vertheilung der Kräfte vermuthlich verwickelter seyn. Es kommt mir am glaublichsten vor, dafs sowohl dieses dritte Elementargesetz, wie das zweyte (§. 7), durch Theorie aus dem ersten müfste abgeleitet werden können, welches festsetzt, dafs sich die Elementarwirkung umgekehrt wie die Quadrate der Abstände verhalte. Auf der andern Seite kommt es mir eben so gewifs vor, dafs die vollständige Lösung dieses Problems eine der schwierigsten Aufgaben seyn würde, welche man der Analyse vorgelegt hat, ein Problem, eines *La Place* würdig.

In jedem prismatischen oder cylindrischen Magneten wird es eine Fläche geben, in welcher die Intensität ist $= 0$. Diese Fläche wollen wir seinen *Aequator* *), und eine gerade Linie perpendikulär auf die Aequatorialfläche durch ihren Mittelpunkt (wofern diese Fläche einen solchen Mittelpunkt hat), seine *Axe* nennen. In gleichem Abstande von der Aequatorialfläche wird also die Intensität am kleinsten in der Axe, am gröfsten nahe an den Seitenflächen. Ist der Magnet cylindrisch, und die Intensität eines Theilchens in der Axe, dessen Abstand von der Aequatorialfläche ist $= 1$, wird gesetzt $= m$, so wird nach §. 47 die Intensität eines andern Theilchens in der Axe, deren Abstand vom Aequator ist $x = mx^r(1 + Ax + Bx^2 + Cx^3 + \ldots)$. Die Intensität eines dritten Theilchens ausserhalb der Axe, dessen Abstand von der Axe ist y, aber dessen Abstand vom Aequator derselbe ist, wie des vorigen (x), mufs nach dem Obigen eine Function sowohl von x als von y seyn; ist die Intensität $= i$, so könnte sie vielleicht durch folgende Gleichung ausgedrückt werden:

$$i = mx^r(1 + Ax + Bx^2 + Cx^3 + \ldots)(1 + ay^s + by^{s+1} + \ldots).$$

Den Werth von s durch Versuche zu bestimmen, wird wahrscheinlich noch

*) Es ist wohl nicht nothwendig, dafs diese Fläche immer eine Ebene seyn, auch nicht, dafs sie lothrecht gegen die Seitenflachen des Prismas seyn müsse; inzwischen wollen wir dieses als das allgemeinste, das Entgegengesetzte als Ausnahme annehmen.

schwieriger seyn, als den Werth von r. Ist der Radius des Cylinders klein (in den meisten Fällen wird er um viele Male kleiner seyn als die Länge), so können alle folgenden Glieder der Reihe $1 + ay^s + by^{s+1} + \ldots$ in Vergleiche mit dem ersten ausser Betracht gelassen werden; und also kann, wenn die Länge des Magneten auch nicht zu groſs ist, die Intensität jedes Theilchens einer Durchschnittsfläche, deren Abstand von der Aequatorialfläche ist $= x$, ohne merklichen Fehler ausgedrückt werden durch die Gleichung $i = mx^r$.

Aus den allgemeinen Reihen (S. 180) wird man auf dieselbe Weise wie in §§. 38, 39 folgenden Ausdruck für die Intensität in groſsen Abständen finden

$$K = \frac{mn}{(r+2)\varrho^3} \sqrt{10 + 6 \cos 2u}.$$

Hieraus ist sichtlich: 1) daſs, wenn ϱ beständig ist, die Intensität sich verhalte wie der Werth von $\sqrt{10 + 6 \cos 2u}$, also doppelt so groſs unter dem Pole sey (wo $u = 0°$), als unter dem Aequator (wo $u = 90°$); 2) daſs, wenn u beständig ist, die Intensität sich umgekehrt verhalte, wie die Cuben des Abstandes. Der Werth von r hat also in groſsen Abständen keinen merklichen Einfluſs auf die Veränderungen der Intensität. Ebenfalls haben wir in §. 20 Zusatz 1 gesehen, daſs in groſsen Abständen für irgend einen Werth von r der Winkel ω durch folgende Formel gefunden werden kann

$$\cot \omega = \frac{-\sin 2u}{\frac{1}{3} + \cos 2u}.$$

In groſsen Abständen hat also das zweyte Elementargesetz keinen merklichen Einfluſs weder auf die Intensität noch auf den Winkel ω. Das dritte Elementargesetz wird wahrscheinlich noch geringern Einfluſs auf diese Gröſsen haben, da die Dicke des Magneten gewöhnlich weit kleiner als dessen Länge, also y weit kleiner ist als x.

In geringeren Abständen dagegen werden diese beiden Elementargesetze merklichen Einfluſs sowohl auf den Winkel ω als auf die Veränderungen der Intensität haben. So haben wir aus §. 22 Beysp. 1 und 2 gefunden (für $\varrho = 1$, $u = 30°$), wenn r war $= 1$, $\omega = -6° 20'$, und wenn $r = 2$, $\omega = -2° 13'$, also einen Unterschied von 4° 7′. Es findet sich ebenfalls aus der Reihe 𝔄 (§. 10)

die Intensität in der verlängerten Axe $= K = 4mn\left(\frac{1}{(r+2)a^3} + \frac{2}{(r+4)a^5} + \ldots\right)$; aus der Reihe 𝔅 ebendaselbst die Intensität im magnetischen Aequator $= K' = 2mn\left(\frac{1}{(r+2)a^3} - \frac{3}{2(r+4)a^5} + \ldots\right)$; also verhält sich

$$K : K' = 2\left(\frac{1}{(r+2)a^3} + \frac{2}{(r+4)a^5}\right) : \left(\frac{1}{(r+2)a^3} - \frac{3}{2(r+4)a^5}\right)$$

$$= 2\,[\,2(r+4)a^2 + 4(r+2)\,] : [\,2(r+4)a^2 - 3(r+2)\,]$$

$$= 2\left\{1 + \frac{7(r+2)}{2(r+4)a^2 - 3(r+2)}\right\} : 1 = 2\left\{1 + \frac{7}{2\left(\frac{r+4}{r+2}\right)a^2 - 3}\right\} : 1.$$

Dieses Verhältnifs ist allemal gröfser als 2:1; je gröfser der Abstand a, desto kleiner wird der Bruch $\frac{7}{2\left(\frac{r+4}{r+2}\right)a^2 - 3}$, und desto mehr nähert sich dieses Verhältnifs dem Verhältnisse 2:1, welches demnach als dessen äusserste Gränze angesehen werden kann, welchen Werth man auch r geben mag. Ist hingegen der Abstand a nur etwas gröfser als die Einheit, so wird der Werth des obigen Bruches beträchtlich, und wächst zugleich mit r*). *In kleineren Abständen wächst also die Intensität vom Aequator nach dem Pole hin um so stärker, je gröfseren Werth man r ertheilt.*

In kleinen Abständen treten überdies folgende Schwierigkeiten ein. Hier ist es nämlich nicht länger erlaubt die Nadel als unendlich klein zu betrachten; die Formel für den Winkel ω erforderte also noch eine zweyte Integration, wodurch sie noch weit zusammengesetzter werden würde, als sie schon ist. Ferner erleidet die Intensität in zwey Magneten, die in kleinen Abständen auf einander wirken, bedeutende Veränderungen (siehe Versuch 7 und 8

*) Denn je gröfser r ist, desto kleiner wird der Werth von $\frac{r+4}{r+2}$, desto gröfser also der Bruch $\frac{7}{2\left(\frac{r+4}{r+2}\right)a^2 - 3}$.

§§. 17 und 46), und eine Theorie, welche zugleich diese umfassete, überschritte vielleicht die gegenwärtigen Gränzen der Analyse. Glücklicher Weise bedarf es zu vorliegendem Zwecke keiner solchen Theorie; die Magnetaxen der Erde sind kleiner als die halbe Erdaxe, so dafs für jeden Punkt auf der Erdoberfläche der Werth von ϱ (der Abstand des Punktes vom Mittelpunkte des Magneten, ausgedrückt in Halbaxen des Magneten) allemal gröfser wird als 2.

§. 49. Aufgabe. *Die Gröfse derjenigen Kraft zu finden, womit ein rechtwinklig prismatischer Magnet von unendlich kleiner Dicke auf ein magnetisches Theilchen wirkt, das sich in seiner verlängerten Axe befindet.*

Das Rechteck GEKH (Fig. 58) sey ein Magnet, FI dessen Aequator, AB seine Axe (§. 48), D sey ein magnetisches Theilchen, das sich in der verlängerten Axe AD befindet, und das von der Hälfte FEKI angezogen, von der andern Hälfte FGHI abgestofsen wird. Setzet man den Abstand vom Mittelpunkte DC $= a$, die Halbaxe AC $=$ BC $= x$, die halbe Breite AE $=$ AK $= y$, den Winkel EDA $= z$, den Winkel GDB $= z'$, den Winkel FDC $= z''$, so kann nach §. 48 die Intensität des Theilchens E gesetzt werden $= mx^r(1 + Ax + Bx^2 + \ldots)(1 + ay^s + by^{s+1} + \ldots)$; sind die Dimensionen AE und AC nicht beträchtlich grofs, kann sie ohne merklichen Fehler angenommen werden $= mx^r$; d. h. man kann annehmen, dafs alle Theilchen in der Linie AE dieselbe Intensität haben. Ist die Intensität des Theilchens D $= n$, so wird die Kraft, womit es von dem Theilchen E nach der Richtung DA angezogen wird $= \frac{mnx^r dx \,.\, dy \,.\, \cos z}{\mathrm{DE}^2}$; aber da es vom Theilchen K mit eben so grofser Kraft angezogen wird, so wird, wenn die Wirkung des halben Magnetaxen FEKI gesetzt wird $= v$, der Abstand DC $= a$,

$$ddv = \frac{2mnx^r dx \,.\, dy \,.\, \cos z}{\mathrm{DE}^2} = \frac{2mnx^r dx \,.\, dy \,.\, \cos z}{(a-x)^2 \,.\, \sec^2 z} = \frac{2mnx^r dx \,.\, dy \,.\, \cos^3 z}{(a-x)^2}.$$

Nun ist AE $=$ BG $=$ DA . tang EDA $=$ DB . tang GDB, d. h. $y = (a-x) \,.\, \mathrm{tg}\, z = (a+x) \,.\, \mathrm{tang}\, z'$; also $dy = (a-x) \,.\, d\, \mathrm{tang}\, z = \frac{(a-x) \,.\, dz}{\cos^2 z} = \frac{(a+x) \,.\, dz'}{\cos^2 z'}$.

Setzt man die Wirkung des andern halben Magneten GFIH $= v'$, so ist

$$ddv = \frac{2mnx^r dx.\cos z.dz}{a - x}, \quad ddv' = \frac{2mnx^r dx.\cos z'.dz'}{a + x},$$

und folglich

I. $$dv = \frac{2mnx^r dx.\sin z}{a - x}, \quad dv' = \frac{2mnx^r dx.\sin z'}{a + x}.$$

Setzet man die halbe Breite des Magneten AE $=$ AK $= c$, so ist DA $=$ AE.cot EDA, DB $=$ GB.cot GDB, d. i. $a - x = c.\cot z$, $a + x = c.\cot z'$;

folglich $x = a - c.\cot z = c.\cot z' - a$, $dx = \frac{c.dz}{\sin^2 z} = \frac{-c.dz'}{\sin^2 z'}$.

Werden diese Werthe in obige Ausdrücke eingesetzt, so erhält man

$$dv = \frac{2mnc(a - c.\cot z)^r.dz.\sin z}{c.\cot z.\sin^2 z} = \frac{2mn(a - c.\cot z)^r.dz}{\cos z},$$

$$dv' = -\frac{2mnc(c.\cot z' - a)^r dz'.\sin z'}{c.\cot z'.\sin^2 z'} = -\frac{2mn(c.\cot z' - a)^r dz'}{\cos z'}.$$

Nimmt man an $r = 2$, so wird

$$dv = \frac{2mndz}{\cos z}(a^2 - 2ac.\cot z + c^2.\cot^2 z) = 2mn\left(\frac{a^2 dz}{\cos z} - \frac{2acdz}{\sin z} + \frac{c^2.\cos z.dz}{\sin^2 z}\right);$$

folglich

$$v = 2mn[a^2.\log.\mathrm{tang}(45^\circ + \tfrac{1}{2}z) - 2ac\log.\mathrm{tang}\tfrac{1}{2}z - c^2\mathrm{cosec}\, z + C]$$

$$= 2mn\left\{a^2\log\frac{\mathrm{tang}(45^\circ + \frac{1}{2}z)}{\mathrm{tang}(45^\circ + \frac{1}{2}z'')} - 2ac\log\frac{\mathrm{tang}\frac{1}{2}z}{\mathrm{tang}\frac{1}{2}z''} + c^2(\mathrm{cosec}\, z'' - \mathrm{cosec}\, z)\right\}.$$

Auf dieselbe Art findet sich

$$v' = 2mn[c^2.\mathrm{cosec}\, z' + 2ac\log\mathrm{tang}\tfrac{1}{2}z' - a^2\log.\mathrm{tang}(45^\circ + \tfrac{1}{2}z') + C']$$

$$= 2mn\left\{a^2.\log\frac{\mathrm{tang}(45^\circ + \frac{1}{2}z'')}{\mathrm{tang}(45^\circ + \frac{1}{2}z')} - 2ac.\log\frac{\mathrm{tang}\frac{1}{2}z''}{\mathrm{tang}\frac{1}{2}z'} + c^2(\mathrm{cosec}\, z' - \mathrm{cosec}\, z'')\right\}.$$

Setzt man die Wirkung des ganzen Magneten $= K$, so ist

$$K = v - v' = 2mn\left\{a^2\log\frac{\mathrm{tg}(45^\circ + \frac{1}{2}z).\mathrm{tg}(45^\circ + \frac{1}{2}z')}{\mathrm{tang}^2(45^\circ + \frac{1}{2}z'')} - 2ac\log\frac{\mathrm{tg}\frac{1}{2}z.\mathrm{tg}\frac{1}{2}z'}{\mathrm{tang}^2\frac{1}{2}z''}\right.$$
$$\left. + c^2(2\,\mathrm{cosec}\, z'' - \mathrm{cosec}\, z - \mathrm{cosec}\, z')\right\}.$$

II. Will man diesen Ausdruck in Reihen auflösen, so haben wir in I., wenn r gesetzt wird $= 2$,

$$dv = \frac{2mnx^2 dx \,.\, \sin z}{a - x},\ dv' = \frac{2mnx^2 dx \,.\, \sin z'}{a + x}.$$

Aber

$$\sin z = \frac{\mathrm{AE}}{\mathrm{ED}} = \frac{c}{[(a-x)^2 + c^2]^{\frac{1}{2}}} = c\left\{\frac{1}{a-x} - \tfrac{1}{2}.\frac{c^2}{(a-x)^3} + \frac{1.3}{1.2.2^2}.\frac{c^4}{(a-x)^5} - \ldots\right\}$$

$$\sin z' = \frac{\mathrm{BG}}{\mathrm{GD}} = \frac{c}{[(a+x)^2 + c^2]^{\frac{1}{2}}} = c\left\{\frac{1}{a+x} - \tfrac{1}{2}.\frac{c^2}{(a+x)^3} + \frac{1.3}{1.2.2^2}.\frac{c^4}{(a+x)^5} - \ldots\right\},$$

also

$$dv = \frac{2mnx^2 dx \,.\, \sin z}{a - x} = 2mncx^2 dx\left\{\frac{1}{(a-x)^2} - \tfrac{1}{2}.\frac{c^2}{(a-x)^4} + \frac{1.3}{1.2.2^2}.\frac{c^4}{(a-x)^6} - \ldots\right\}$$

$$dv' = \frac{2mnx^2 dx \,.\, \sin z'}{a + x} = 2mncx^2 dx\left\{\frac{1}{(a+x)^2} - \tfrac{1}{2}.\frac{c^2}{(a+x)^4} + \frac{1.3}{1.2.2^2}.\frac{c^4}{(a+x)^6} - \ldots\right\}$$

Nun ist

$$\int \frac{x^2 dx}{(a-x)^t} = -\frac{(a-x)^{3-t}}{3-t} + 2a\frac{(a-x)^{2-t}}{2-t} - a^2\frac{(a-x)^{1-t}}{1-t}$$

$$\int \frac{x^2 dx}{(a+x)^t} = \frac{(a+x)^{3-t}}{3-t} - 2a\frac{(a+x)^{2-t}}{2-t} + a^2\frac{(a+x)^{1-t}}{3-t}.$$

Integriret man mit Hülfe dieser allgemeinen Formeln die Glieder in obigen zwey Reihen, so erhält man

$$v = 2mnc\left\{\frac{a^2}{a-x} - 2a\log\frac{a}{a-x} - a + x\right\}$$

$$- mnc^3\left\{\frac{1}{a-x} - \frac{a}{(a-x)^2} + \frac{a^2}{3(a-x)^3} - \frac{1}{3a}\right\}$$

$$+ \tfrac{3}{4}mnc^5\left\{\frac{1}{3(a-x)^3} - \frac{a}{2(a-x)^4} + \frac{a^2}{5(a-x)^5} - \frac{1}{30a^3}\right\}$$

$$v' = 2mnc\left\{a + x - 2a\log\frac{a+x}{a} - \frac{a^2}{a+x}\right\}$$

$$- mnc^3\left\{-\frac{1}{a+x} + \frac{a}{(a+x)^2} - \frac{a^2}{3(a+x)^3} + \frac{1}{3a}\right\}$$

$$+ \tfrac{3}{4}mnc^5\left\{-\frac{1}{3(a+x)^3} + \frac{a}{2(a+x)^4} - \frac{a^2}{5(a+x)^5} + \frac{1}{0a^3}\right\},$$

also

$$K = v - v' = 4mnac\left\{\frac{x^2}{a^2 - x^2} - \log\frac{a^2}{a^2 - x^2}\right\}$$

$$- 2mnac^3\left\{\frac{a}{a^2 - x^2} - \frac{a^2 + x^2}{(a^2 - x^2)^2} + \frac{a^2(a^2 + 3x^2)}{3(a^2 - x^2)^3} - \frac{1}{3a^2}\right\}$$

$$+ \tfrac{3}{2}mnac^5\left\{\frac{a^2 + 3x^2}{3(a^2 - x^2)^3} - \frac{a^4 + 6a^2x^2 + x^4}{2(a^2 - x^2)^4} + \frac{a^2(a^4 + 10a^2x^2 + 5x^4)}{5(a^2 - x^2)^5} - \frac{1}{30a^4}\right\}.$$

Der erste Theil dieses Ausdruckes ist nichts anders, als das Doppelte der Formel b (S. 145). Man sieht, dafs, wenn die halbe Breite c des Magneten sehr klein ist im Vergleiche mit der halben Länge x und dem Abstande a, man ohne merklichen Fehler setzen könne

$$K = 4mnac\left\{\frac{x^2}{a^2 - x^2} - \log\frac{a^2}{a^2 - x^2}\right\}.$$

III. Ist der Abstand a sehr grofs im Vergleiche mit der halben Magnetaxe x, so kann die Kraft K durch noch bequemere Reihen auf folgende Weise gefunden werden. Nach II. ist

$$K = v - v' = 2mn\int x^r dx\left(\frac{\sin z}{a - x} - \frac{\sin z'}{a + x}\right)$$

$$= 2mnc\int x^r dx\left\{(a - x)^{-2} - (a + x)^{-2} - \tfrac{1}{2}c^2\left[(a - x)^{-4} - (a + x)^{-4}\right] + \frac{1.3}{1.2.2^2}c^4\left[(a - x)^{-6} - (a + x)^{-6}\right] - \ldots\right\}.$$

Das allgemeine Glied der eingeklammerten Reihe ist

$$\pm\frac{1.3.5\ldots(2t - 3)}{1.2.3\ldots(t - 1).2^{t-1}}c^{2t-2}\left[(a - x)^{-2t} - (a + x)^{-2t}\right].$$

Nun ist

$$(a - x)^{-2t} = \frac{1}{a^{2t}} + \frac{2t}{1}.\frac{x}{a^{2t+1}} + \frac{2t(2t + 1)}{1.2}.\frac{x^2}{a^{2t+2}} + \frac{2t(2t + 1)(2t + 2)}{1.2.3}.\frac{x^3}{a^{2t+3}} + \ldots$$

$$(a + x)^{-2t} = \frac{1}{a^{2t}} - \frac{2t}{1}.\frac{x}{a^{2t+1}} + \frac{2t(2t + 1)}{1.2}.\frac{x^2}{a^{2t+2}} - \frac{2t(2t + 1)(2t + 2)}{1.2.3}.\frac{x^3}{a^{2t+3}} \pm \ldots$$

$$(a - x)^{-2t} - (a + x)^{-2t} = 4t\left\{\frac{x}{a^{2t+1}} + \frac{(2t+1)(2t+2)}{1.2.3}.\frac{x^3}{a^{2t+3}} + \frac{(2t+1)(2t+2)\ldots(2t+4)}{1.2.3.4.5}.\frac{x^5}{a^{2t+5}}\ldots\right\}$$

Multipliciret man diese Reihe mit $x^r dx$, und integriret, so erhält man

$$4^t\left\{\frac{x^{r+2}}{(r+2)a^{2t+1}} + \frac{(2t+1)(2t+2)x^{r+4}}{1.2.3(r+4)a^{2t+3}} + \frac{(2t+1)(2t+2)\ldots(2t+4).x^{r+6}}{1.2.3.4.5(r+6)a^{2t+5}} + \right\}.$$

Multipliciret man dieses Integral mit $\pm\, 2mnc \times \frac{1.3.5\ldots(2t-3)}{1.2.3\ldots(t-1).2^{t-1}}c^{2t-1}$, und setzet nachgerade $t = 1$, $t = 2$, $t = 3$ u. s. w., so erhält man

$$\begin{aligned} K = 8mnc &\left\{\frac{x^{r+2}}{(r+2)a^3} + \frac{3.4.x^{r+4}}{1.2.3(r+4)a^5} + \frac{3.4.5.6.x^{r+6}}{1.2\ldots5(r+6)a^7} + \ldots\right\} \\ - 8mnc^3 &\left\{\frac{x^{r+2}}{(r+2)a^5} + \frac{5.6.x^{r+4}}{1.2.3(r+4)a^7} + \frac{5.6.7.8.x^{r+6}}{1.2\ldots5(r+6)a^9} + \ldots\right\} \\ + 9mnc^5 &\left\{\frac{x^{r+2}}{(r+2)a^7} + \frac{7.8.x^{r+4}}{1.2.3(r+4)a^9} + \frac{7.8.9.10.x^{r+6}}{1.2\ldots5(r+6)a^{11}} + \ldots\right\}. \end{aligned}$$

Der erste Theil dieses Ausdruckes ist das Doppelte der Reihe 𝔄 (S. 144).

Zusatz. Setzet man in Formel I. $a = x =$ CA, also das Theilchen D in Berührung mit dem Magneten, so wird $z = 90^\circ$, also $\tang(45^\circ + \frac{1}{2}z) = \infty$, folglich K unendlich groſs, gerade wie bey dem linearen Magneten.

§. 50. Aufgabe. *Die Gröſse derjenigen Kraft zu finden, womit ein rechtwinkliger prismatischer Magnet von unendlich kleiner Dicke auf ein magnetisches Theilchen wirkt, das sich in seinem verlängerten Aequator befindet.*

GEKH (Fig. 39) sey der Magnet, FI sein Aequator, AB seine Axe; in D sey ein magnetisches Theilchen, das vom Theilchen K nach der Richtung DK angezogen, und mit einer eben so groſsen Kraft vom Theilchen H nach der Richtung DM abgestoſsen wird. Von beiden Kräften getrieben, wird es sich also in der Linie DL bewegen, die den Winkel MDK halbirt, also mit GE und HK parallel ist.

I. Ist DF $= b$, FI $=$ EK $= y$, LDE $=$ DEF $= q'$, LDK $=$ DKI $= q$; ist ferner diejenige Kraft, womit der halbe Magnet nach der Richtung DL wirkt, $= v$, so findet sich

$$ddv = \frac{mnx^r dx \,.\, dy \,.\, \cos q}{\mathrm{DK}^2}.$$

Nun ist DK $=$ IK.sec DKI $= x.\sec q$; ferner DI $=$ IK.tang DEI, d. i. $b + y = x.\tang q$, also $dy = x.d \tang q = x.\sec^2 q.dq$; setzt man die Wirkung des halben Magneten GFIH $= v'$, so wird $v + v' = 2v$. Setzet man diese Werthe in die obige Gleichung ein, so erhält man

$$ddK' = \frac{2mnx^r dx.\cos q.x \sec^2 q.dq}{x^2.\sec^2 q} = 2mnx^{r-1}dx.\cos q.dq,$$

also

$$dK' = 2mnx^{r-1}dx.\sin q + C = 2mnx^{r-1}dx(\sin q - \sin q').$$

Setzet man den Abstand des Theilchens vom Mittelpunkte des Magneten oder die Linie DC $= a$, die halbe Breite des Magneten FC $=$ IC $= c$, so ist FE $=$ IK $=$ DF . tang EDF $=$ DI . tang KDI, d. i. $x = (a - c).\cot q'$ $= (a + c) \cot q$; hieraus findet sich $dx = -\frac{(a-c).dq'}{\sin^2 q'} = -\frac{(a+c).dq}{\sin^2 q}$

und $x^{r-1}dx = -\frac{(a-c)^r.(\cot q')^{r-1}dq'}{\sin^2 q'} = -\frac{(a+c)^r.(\cot q)^{r-1}dq}{\sin^2 q}$. Setzet man diese Werthe in die Gleichung ein, so erhält man

$$dK' = -2mn\left\{\frac{(a+c)^r.(\cot q)^{r-1}.dq}{\sin q} - \frac{(a-c)^r.(\cot q')^{r-1}.dq'}{\sin q'}\right\},$$

und wenn r angenommen wird $= 2$

$$dK' = -2mn\left\{\frac{(a+c)^2.\cos q.dq}{\sin^2 q} - \frac{(a-c)^2.\cos q'.dq'}{\sin^2 q'}\right\},$$

folglich

$$K = 2mn\left\{\frac{(a+c)^2}{\sin q} - \frac{(a-c)^2}{\sin q'} + C'\right\}$$

$$= 2mn[(a+c)^2.\mathrm{cosec}\, q - (a-c)^2.\mathrm{cosec}\, q' - (a+c)^2 + (a-c)^2]$$

$$= 2mn[(a+c)^2.\mathrm{cosec}\, q - (a-c)^2.\mathrm{cosec}\, q' - 4ac].$$

II. Will man diese Formel in Reihen entwickeln, so ist nach I.

$$dK' = 2mnx^{r-1}dx(\sin q - \sin q').$$

Aber $\sin q = \frac{\mathrm{DI}}{\mathrm{DK}} = \frac{a+c}{[(a+c)^2 + x^2]^{\frac{1}{2}}}$, $\sin q' = \frac{a-c}{[(a-c)^2 + x^2]^{\frac{1}{2}}}$; also

$$\sin q = (a+c)\left\{\frac{1}{a+c} - \frac{1}{1.2^1}\cdot\frac{x^2}{(a+c)^3} + \frac{1.3}{1.2.2^2}\cdot\frac{x^4}{(a+c)^5} - \frac{1.3.5}{1.2.3.2^3}\cdot\frac{x^6}{(a+c)^7} + \right\}$$

$$\sin q' = (a-c)\left\{\frac{1}{a-c} - \frac{1}{1.2^1}\cdot\frac{x^2}{(a-c)^3} + \frac{1.3}{1.2.2^2}\cdot\frac{x^4}{(a-c)^5} - \frac{1.3.5}{1.2.3.2^3}\cdot\frac{x^6}{(a-c)^7} + \right\}$$

$$\sin q - \sin q' = \frac{1.x^2}{1.2^1}[(a-c)^{-2}-(a+c)^{-2}] - \frac{1.3.x^4}{1.2.2^2}[(a-c)^{-4} - (a+c)^{-4}]$$

$$+ \frac{1.3.5.x^6}{1.2.3.2^3}[(a-c)^{-6} - (a+c)^{-6}] -$$

$$= \frac{1.x^2}{1.2^1}D_2 - \frac{1.3.x^4}{1.2.2^2}D_4 + \frac{1.3.5.x^6}{1.2.3.2^3}D_6 -$$

wenn D_2, D_4, D_6 die eingeklammerten Gröſsen bezeichnet. Multipliciret man diese Reihe mit $2mnx^{r-1}dx$, und integriret, so bekommt man

$$K' = 2mn\left(\frac{x^{r+2}}{1.2^1(r+2)}.D_2 - \frac{1.3.x^{r+4}}{1.2.2^2(r+4)}.D_4 + \frac{1.3.5.x^{r+6}}{1.2.3.2^3(r+6)}.D_6 - \right).$$

Löset man die Gröſsen D_2, D_4, D_6 in Reihen auf, bekommt man

$$D_2 = 2\left(\frac{2c}{a^3} + \frac{2.3.4.c^3}{1.2.3.a^5} + \frac{2.3\ldots6.c^5}{1.2\ldots5.a^7} + \right)$$

$$D_4 = 2\left(\frac{4c}{a^5} + \frac{4.5.6.c^3}{1.2.3.a^7} + \frac{4.5\ldots8.c^5}{1.2\ldots5.a^9} + \right)$$

$$D_6 = 2\left(\frac{6c}{a^7} + \frac{6.7.8.c^3}{1.2.3.a^9} + \frac{6.7\ldots10.c^5}{1.2\ldots5.a^{11}} + \right).$$

Setzet man diese Werthe in obige Reihe und ordnet die Glieder nach den Potenzen von c, so erhält man

$$K' = 4mnc\left(\frac{1.x^{r+2}}{(r+2)a^3} - \frac{1.3.x^{r+4}}{1.2^1(r+4)a^5} + \frac{1.3.5.x^{r+6}}{1.2.2^2(r+6)a^7} - \right)$$

$$+ \frac{4mnc^3}{1.2.3}\left(\frac{1.3.4.x^{r+2}}{(r+2)a^5} - \frac{1.3.5.6.x^{r+4}}{1.2^1(r+4)a^7} + \frac{1.3.5.7.8.x^{r+6}}{1.2.2^2(r+6)a^9} - \right)$$

$$+ \frac{4mnc^5}{1.2\ldots5}\left(\frac{3.4.5.6.x^{r+2}}{(r+2)a^7} - \frac{3.5.6.7.8.x^{r+4}}{1.2^1(r+4)a^9} + \frac{3.5.7.8.9.10.x^{r+6}}{1.2.2^2(r+6)a^{11}} - \right).$$

Die erste dieser Reihen, die multiplicirt ist mit c, ist das Doppelte der Reihe 𝔅 (S. 144). Wird der hier gefundene Werth von K' verglichen mit dem Werthe von K im vorigen §., so ist sichtlich, daſs in groſsen Abständen

bey dem rectangulären Magneten von zwey Dimensionen die Intensität am Pole doppelt so groſs wird als am Aequator, gerade wie bey dem lineären Magneten.

Zusatz 1. In groſsen Abständen verhält sich also bey dem rectangulären Magneten die Totalwirkung umgekehrt wie die Cuben der Abstände, gerade wie bey dem lineären.

Zusatz 2. Eine Formel für den Winkel ω für einen solchen rectangulären Magneten ist von *Lambert* gefunden in *Mem. de l'academie des Sc. à Berlin A.* 1766.

§. 51. Aufgabe. *Eine Formel für die Gröſse derjenigen Kraft zu finden, womit ein cylindrischer Magnet auf ein magnetisches Theilchen wirkt, das sich in seiner verlängerten Axe befindet.*

I. FDGI (Fig. 40) sey der Magnet, BA seine Axe, der Kreis EH sein Aequator, P das magnetische Theilchen, dessen Abstand vom Mittelpunkte PC $= a$. In D sey ein Theilchen, dessen Abstand vom Aequator DE $=$ AC $= x$, und dessen Abstand von der Axe DA $= y$. Die Intensität dieses Theilchens wird (nach §. 48) $= mnx^r$; setzt man den Winkel DPA $= s$, so wird dessen Wirkung auf das Theilchen P, nach der Richtung PA, $= \frac{mnx^r dx . dy . \cos s}{PD^2}$,

und die Wirkung aller Theilchen in der Kreisperipherie DG $= \frac{2mn\pi y dy\, x^r dx . \cos s}{PD^2}$.

Nun ist PD $=$ AP. sec DPA $= (a - x) \sec s$; setzt man die Wirkung des halben Magneten EDGH $= v$, so wird folglich

$$\text{(A)} \qquad ddv = \frac{2mn\pi y dy . x^r dx . \cos s}{(a-x)^2 . \sec^2 s} = \frac{2mn\pi y dy . x^r dx . \cos^3 s}{(a-x)^2}.$$

Ferner ist $y = (a - x) \operatorname{tang} s$, $dy = (a - x) . d \operatorname{tang} s = \frac{(a-x) ds}{\cos^2 s}$,

$ydy = \frac{(a-x)^2 . \operatorname{tang} s . ds}{\cos^2 s} = \frac{(a-x)^2 . \sin s . ds}{\cos^3 s}$; also

$$ddv = 2mn\pi x^r dx . \sin s . ds,$$

$$\text{(B)} \qquad dv = - 2mn\pi x^r dx (\cos s + C) = 2mn\pi x^r dx (1 - \cos s).$$

Nun ist AP $=$ AD.cot DPA, d. i. wenn der Radius des Cylinders AD gesetzt wird $= c$, $a - x = c.\cot s$, also $x = a - c.\cot s$ und $dx = c.ds.\operatorname{cosec}^2 s$, folglich

(C) $$dv = 2mnc\pi(a - c.\cot s)^r\,(1 - \cos s).\operatorname{cosec}^2 s.ds.$$

Setzet man in dieser Gleichung $r = 2$, und integriret, so findet man

$$v = 2mnc\pi[- a^2\cot s + \tfrac{2}{3}ac\operatorname{cosec}^2 s - \tfrac{1}{3}c^2\cot^3 s + a^2\operatorname{cosec} s$$
$$+ ac(\log\cot\tfrac{1}{2}s - \cot^2 s.\cos s - \cos s) + c^2(\tfrac{1}{3}\operatorname{cosec}^3 s - \operatorname{cosec} s) + C].$$

Für $x = 0$ verwandelt sich der Winkel DPA in EPC; wird der letzte Winkel gesetzt $= s''$, so ist

$$v = 2mnc\pi[a^2(\cot s'' - \cot s) + \tfrac{2}{3}ac(\operatorname{cosec}^2 s - \operatorname{cosec}^2 s'') - \tfrac{1}{3}c^2(\cot^3 s - \cot^3 s'')$$
$$+ a^2(\operatorname{cosec} s - \operatorname{cosec} s'') + ac\log\frac{\cot\frac{1}{2}s}{\cot\frac{1}{2}s''} - ac(\cot s.\operatorname{cosec} s - \cot s''.\operatorname{cosec} s'')$$
$$+ \tfrac{1}{3}c^2(\operatorname{cosec}^3 s - \operatorname{cosec}^3 s'') - c^2(\operatorname{cosec} s - \operatorname{cosec} s'')].$$

Setzet man die Wirkung der Halbaxe FEH $= v'$, und den Winkel FPB $= s'$, so findet sich auf dieselbe Weise

$$ddv' = 2mn\pi x^r dx.\sin s'.ds'$$
$$dv' = 2mn\pi x^r dx(1 - \cos s')$$
$$= - 2mn\pi(c.\cot s' - a)^2(1 - \cos s').\operatorname{cosec}^2 s'.ds'$$
$$v' = - 2mnc\pi[- a^2\cot s' + \tfrac{2}{3}ac.\operatorname{cosec}^2 s' - \tfrac{1}{3}c^2\cot^3 s' + a^2\operatorname{cosec} s'$$
$$+ ac(\log\cot\tfrac{1}{2}s' - \cot^2 s'.\cos s' - \cos s') + c^2(\tfrac{1}{3}\operatorname{cosec}^3 s' - \operatorname{cosec} s') + C'];$$

also $K = v - v'$

$$= 2mnc\pi[a^2(2\cot s'' - \cot s - \cot s') + a^2(\operatorname{cosec} s + \operatorname{cosec} s' - 2\operatorname{cosec} s'')$$
$$+ \tfrac{2}{3}ac(\operatorname{cosec}^2 s + \operatorname{cosec}^2 s' - 2\operatorname{cosec}^2 s'') + ac\log\frac{\cot\frac{1}{2}s.\cot\frac{1}{2}s'}{\cot^2\frac{1}{2}s''}$$
$$- ac(\cot s.\operatorname{cosec} s + \cot s'.\operatorname{cosec} s' - 2\cot s''.\operatorname{cosec} s'')$$
$$+ \tfrac{1}{3}c^2(\operatorname{cosec}^3 s + \operatorname{cosec}^3 s' - 2\operatorname{cosec}^3 s'') - c^2(\operatorname{cosec} s + \operatorname{cosec} s' - 2\operatorname{cosec} s'')].$$
$$= 2mnc\pi[(a^2 - c^2)(\operatorname{cosec} s + \operatorname{cosec} s' - 2\operatorname{cosec} s'') + \tfrac{2}{3}ac(\operatorname{cosec}^2 s + \operatorname{cosec}^2 s' - 2\operatorname{cosec}^2 s'')$$
$$+ ac(\log\frac{\cot\frac{1}{2}s.\cot\frac{1}{2}s'}{\cot^2\frac{1}{2}s''} - \cot s.\operatorname{cosec} s - \cot s'.\operatorname{cosec} s' + 2\cot s''.\operatorname{cosec} s'')$$
$$+ \tfrac{1}{3}c^2(\operatorname{cosec}^3 s + \operatorname{cosec}^3 s' - 2\operatorname{cosec}^3 s'')].$$

II. Will man diese Formel in Reihen aufgelöst haben, so ist (B)

$$dv = 2mn\pi x^r dx(1 - \cos s),\quad dv' = 2mn\pi x^r dx(1 - \cos s').$$

Aber

$$\cos s = \frac{AP}{DP} = (a - x)\,[(a - x)^2 + c^2]^{-\frac{1}{2}}$$

$$\cos s' = \frac{BP}{FP} = (a + x)\,[(a + x)^2 + c^2]^{-\frac{1}{2}}.$$

Da

$$[(a - x)^2 + c^2]^{-\frac{1}{2}} = \frac{1}{a - x} - \frac{1}{2}\cdot\frac{c^2}{(a - x)^3} + \frac{1.3}{1.2.2^2}\cdot\frac{c^4}{(a - x)^5} - \frac{1.3.5}{1.2.3.2^3}\cdot\frac{c^6}{(a - x)^7},$$

so findet sich

$$\cos s = 1 - \frac{1}{2}\cdot\frac{c^2}{(a - x)^2} + \frac{1.3}{1.2.2^2}\cdot\frac{c^4}{(a - x)^4} - \frac{1.3.5}{1.2.3.2^3}\cdot\frac{c^6}{(a - x)^6} +$$

$$1 - \cos s = \frac{1}{2}\cdot\frac{c^2}{(a - x)^2} - \frac{1.3}{1.2.2^2}\cdot\frac{c^4}{(a - x)^4} + \frac{1.3.5}{1.2.3.2^3}\cdot\frac{c^6}{(a - x)^6} -$$

$$1 - \cos s' = \frac{1}{2}\cdot\frac{c^2}{(a + x)^2} - \frac{1.3}{1.2.2^2}\cdot\frac{c^4}{(a + x)^4} + \frac{1.3.5}{1.2.3.2^3}\cdot\frac{c^6}{(a + x)^6} -$$

also

$$v = mn\pi \int x^r dx \left\{ \frac{c^2}{(a - x)^2} - \frac{1.3}{1.2.2^1}\cdot\frac{c^4}{(a - x)^4} + \frac{1.3.5}{1.2.3.2^2}\cdot\frac{c^6}{(a - x)^6} - \right\}$$

$$v' = mn\pi \int x^r dx \left\{ \frac{c^2}{(a + x)^2} - \frac{1.3}{1.2.2^1}\cdot\frac{c^4}{(a + x)^4} + \frac{1.3.5}{1.2.3.2^2}\cdot\frac{c^6}{(a + x)^6} - \right\}.$$

Folglich wird

$$v - v' = K = mn\pi c^2 \int x^r dx[(a - x)^{-2} - (a + x)^{-2}]$$

$$- \frac{1.3}{1.2.2^1} mn\pi c^4 \int x^r dx[(a - x)^{-4} - (a + x)^{-4}]$$

$$+ \frac{1.3.5}{1.2.3.2^2} mn\pi c^6 \int x^r dx[(a - x)^{-6} - (a + x)^{-6}]$$

$$- \text{u. s. w.}$$

Setzet man hier $r = 2$, und suchet das Integrale mit Hülfe der allgemeinen Formeln (§. 49 II.), so wird gefunden

$$K = 2amnc^2\pi \left\{ \frac{x^2}{a^2 - x^2} - \log \frac{a^2}{a^2 - x^2} \right\}$$

Digitized by Google

$$- \frac{1.3}{1.2.2^1} amnc^4\pi \left\{ \frac{2}{a^2 - x^2} - \frac{2(a^2 + x^2)}{(a^2 - x^2)^2} + \frac{2a^2(a^2 + 3x^2)}{3(a^2 - x^2)^3} - \frac{2}{3a^2} \right\}$$

$$+ \frac{1.3.5}{1.2.3.2^2} amnc^6\pi \left\{ \frac{2(a^2 + 3x^2)}{3(a^2 - x^2)^2} - \frac{a^4 + 6a^2x^2 + x^4}{(a^2 - x^2)^2} + \frac{a[(a+x)^5 + (a-x)^5]}{5(a^2 - x^2)^5} - \frac{1}{15a^4} \right\}.$$

III. Für gröfsere Abstände kann der Werth von K durch noch bequemere Reihen auf dieselbe Weise gefunden werden wie in §. 49 III. Setzet man nämlich in der daselbst gefundenen Reihe für $\int x^r dx[(a-x)^{-2t} - (a+x)^{-2t}]$, nachgerade $t = 1$, $t = 2$, $t = 3$, und multipliciret die gefundenen Werthe mit $mn\pi c^2$, $- \frac{1.3}{1.2.2^1} mn\pi c^4$, $\frac{1.3.5}{1.2.3.2^2} mn\pi c^6$, so erhält man

$$K = 4mn\pi c^2 \left\{ \frac{x^{r+2}}{(r+2)a^3} + \frac{3.4.x^{r+4}}{1.2.3(r+4)a^5} + \frac{3.4.5.6.x^{r+6}}{1.2...5(r+6)a^7} + \ldots \right\}$$

$$- \frac{1.3.8}{1.2.2^1} mn\pi c^4 \left\{ \frac{x^{r+2}}{(r+2)a^5} + \frac{5.6.x^{r+4}}{1.2.3(r+4)a^7} + \frac{5.6.7.8.x^{r+6}}{1.2...5(r+6)a^9} + \ldots \right\}$$

$$+ \frac{1.3.5.12}{1.2.3.2^2} mn\pi c^6 \left\{ \frac{x^{r+2}}{(r+2)a^7} + \frac{7.8.x^{r+4}}{1.2.3(r+4)a^9} + \frac{7.8.9.10.x^{r+6}}{1.2...5(r+6)a^{11}} + \ldots \right\}.$$

Zusatz. Setzet man in I. CP oder $a = x$, so wird DPA $= s = 90°$, folglich cosec $s = \cot \frac{1}{2}s = 1$; diese Formel giebt also in der Berührung keinen unendlichen Werth für K.

§. 52. *Eine Formel für diejenige Kraft zu suchen, womit ein cylindrischer Magnet auf ein magnetisches Theilchen wirkt, das sich in seinem verlängerten Aequator befindet.*

I. LHKM (Fig. 41) sey der Magnet, BCA seine Axe, DCN sein Aequator; in P sey ein magnetisches Theilchen, das vom halben Magneten DHKN angezogen und vom andern halben Magneten LDNM abgestofsen wird; getrieben von diesen beiden gleichgrofsen Kräften, wird es sich im ersten Augenblicke in der Richtung PI bewegen, welche mit der Axe AB des Cylinders parallel ist. Man verbinde den Punkt P mit dem Mittelpunkte C durch die Linie PC, lege eine Ebene durch PC und CA, so wird diese die Seitenflächen des Cylinders in den Linien LH und MK, und dessen Endflächen in den Linien HK und LM schneiden. In der Endfläche HQKR errichte man durch den Mittelpunkt A die Linie QR senkrecht auf HK, ziehe GS parallel mit QR,

ziehe in der Fläche PIAC die Linien PI und FE parallel mit AC (also senkrecht gegen AI), und setze AF = CE = y, GF = FS = z, EF = PI = x. Die Wirkung des Theilchens G nach der Richtung PI wird also seyn $= \frac{mnx^r dx \cdot dy \cdot dz \cdot \cos GPI}{PG^2}$.

II. Da $\cos GPI = \frac{PI}{GP} = \frac{x}{GP}$, und $GP = (PF^2 + FG^2)^{\frac{1}{2}} = (A^2 + z^2)^{\frac{1}{2}}$, wenn PF gesetzt wird $= A$, so wird obiger Ausdruck, wenn diese Werthe eingesetzt werden, zu folgendem verändert

$$\frac{mnx^{r+1} dx \cdot dy \cdot dz}{PG^3} = \frac{mnx^{r+1} dx \cdot dy \cdot dz}{(A^2 + z^2)^{\frac{3}{2}}}.$$

III. Integrirete man diesen Ausdruck, und setzte $y = AH = c$, d. i. gleich dem Radius des Cylinders, so bekäme man die Anziehung des Cylinderstückes TCDQAH; aber da die Wirkung der Cylinderstücke TCDQAH und DCVHAR gleich groſs seyn muſs, so wird die Wirkung des Halbcylinders TDVQHR gleich dem doppelten Integrale der obigen Gröſse. Da endlich die Abstoſsung des Halbcylinders XLYTDV gleich ist der Anziehung des Halbcylinders TDVQHR, so wird, wenn die Wirkung des halben Magneten XLYQHR gesetzt wird $= v$,

$$d^3 v = \frac{4mnx^{r+1} dx \cdot dy \cdot dz}{(A^2 + z^2)^{\frac{3}{2}}}.$$

IV. Auf dieselbe Weise würde man finden, wenn die Wirkung des halben Cylinders XYMQRK gesetzt wird $= v'$, $AF' = y$, $G'F' = z$, $PF' = A_1$,

$$d^3 v' = \frac{4mnx^{r+1} dx \cdot dy \cdot dz}{(A_1^2 + z^2)^{\frac{3}{2}}}.$$

V. Nun ist

$$(A^2 + z^2)^{-\frac{3}{2}} = A^{-3} - \tfrac{3}{2} A^{-5} z^2 + \frac{3 \cdot 5}{1.2.2^2} A^{-7} z^4 - \frac{3 \cdot 5 \cdot 7}{1.2.3.2^3} A^{-9} z^6 +$$

$$(A_1^2 + z^2)^{-\frac{3}{2}} = A_1^{-3} - \tfrac{3}{2} A_1^{-5} z^2 + \frac{3 \cdot 5}{1.2.2^2} A_1^{-7} z^4 - \frac{3 \cdot 5 \cdot 7}{1.2.3.2^3} A_1^{-9} z^6 +.$$

Multipliciret man diese Reihen mit dz, und integriret, so bekommt man

$$d^2v = 4mnx^{r+1}dx.dy\left(A^{-3}z - \tfrac{1}{2}A^{-5}z^3 + \frac{3}{1.2.2^2}A^{-7}z^5 - \frac{3.5}{1.2.3.2^3}A^{-9}z^7\right)$$

$$d^2v' = 4mnx^{r+1}dx.dy\left(A_1^{-3}z - \tfrac{1}{2}A_1^{-5}z^3 + \frac{3}{1.2.2^2}A_1^{-7}z^5 - \frac{3.5}{1.2.3.2^3}A_1^{-9}z^7\right).$$

VI. Wird die Wirkung des ganzen Magneten gesetzt $= K'$, so ist $K' = v + v'$, und

$$^2K' = 4mnx^{r+1}dx.dy[(A^{-3}+A_1^{-3})z - \tfrac{1}{2}(A^{-5}+A_1^{-5})z^3 + \tfrac{3}{8}(A^{-7}+A_1^{-7})z^5 - \tfrac{5}{16}(A^{-9}+A_1^{-9})].$$

VII. Nun ist $A^2 = PF^2 = IF^2 + PI^2 = (a-y)^2 + x^2$; $A_1^2 = (PF')^2 = (IF')^2 + PI^2 = (a+y)^2 + x^2$; also

$$A^{-3} = (a-y)^{-3} - \frac{3}{1.2^1}x^2(a-y)^{-5} + \frac{3.5}{1.2.2^2}x^4(a-y)^{-7} - \frac{3.5.7}{1.2.3.2^3}x^6(a-y)^{-9} +$$

$$A_1^{-3} = (a+y)^{-3} - \frac{3}{1.2^1}x^2(a+y)^{-5} + \frac{3.5}{1.2.2^2}x^4(a+y)^{-7} - \frac{3.5.7}{1.2.3.2^3}x^6(a+y)^{-9} +$$

Bezeichnet man $(a-y)^{-p} + (a+y)^{-p}$ mit S_p, so wird

$$A^{-3} + A_1^{-3} = S_3 - \frac{3}{1.2^1}x^2S_5 + \frac{3.5}{1.2.2^2}x^4S_7 - \frac{3.5.7}{1.2.3.2^3}x^6S_9 +$$

Auf dieselbe Weise würde man finden

$$A^{-5} + A_1^{-5} = S_5 - \frac{5}{1.2^1}x^2S_7 + \frac{5.7}{1.2.2^2}x^4S_9 -$$

$$A^{-7} + A_1^{-7} = S_7 - \frac{7}{1.2^1}x^2S_9 -$$

$$A^{-9} + A_1^{-9} = S_9 -$$

VIII. Also ist

$$d^3K' = 4mnx^{r+1}dx.dy\left(S_3 - \frac{3}{1.2^1}x^2S_5 + \frac{3.5}{1.2.2^2}x^4S_7 - \frac{3.5.7}{1.2.3.2^3}x^6S_9\right)z$$

$$- \tfrac{4}{2}mnx^{r+1}dx.dy\left(S_5 - \frac{5}{1.2^1}x^2S_7 + \frac{5.7}{1.2.2^2}x^4S_9 - \right)z^3$$

$$+ \frac{4.3}{8}mnx^{r+1}dx.dy\left(S_7 - \frac{7}{1.2^1}x^2S_9 + \right)z^5$$

$$- \frac{4.5}{16}mnx^{r+1}dx.dy(S_9 - \ldots)z^7.$$

IX. Ferner ist

$$(a-y)^{-p} = \frac{1}{a^p} + \frac{py}{a^{p+1}} + \frac{p(p+1)y^2}{1.2a^{p+2}} + \frac{p(p+1)(p+2)y^3}{1.2.3a^{p+3}} + \frac{p(p+1)..(p+3)y^4}{1.2.3..4a^{p+4}}$$

$$(a+y)^{-p} = \frac{1}{a^p} - \frac{py}{a^{p+1}} + \frac{p(p+1)y^2}{1.2a^{p+2}} - \frac{p(p+1)(p+2)y^3}{1.2.3a^{p+3}} + \frac{p(p+1)..(p+3)y^4}{1.2.3.4a^{p+4}}$$

$$S_p = 2\left(\frac{1}{a^p} + \frac{p(p+1)y^2}{1.2a^{p+2}} + \frac{p(p+1)\,..\,(p+3)y^4}{1.2.3.4a^{p+4}} + \right).$$

Setzet man in dieser Reihe nachgerade $p = 3,\ 5,\ 7,\ 9,$ so erhält man die Werthe von S_3, S_5, S_7 u. s. w.

X. Nun ist $z = \mathrm{GF} = \mathrm{G'F'} = \sqrt{\mathrm{AG}^2 - \mathrm{AF}^2} = \sqrt{c^2 - y^2}$, also $z^t = (c^2 - y^2)^{\frac{t}{2}}$; und

$$\int z^t S_p dy = \frac{2}{a^p}\int(c^2-y^2)^{\frac{t}{2}}dy + \frac{2p(p+1)}{1.2a^{p+2}}\int(c^2-y^2)^{\frac{t}{2}}y^2dy + \frac{2p(p+1)..(p+3)}{1.2.3.4a^{p+4}}\int(c^2-y^2)^{\frac{t}{2}}y^4dy.$$

Die Glieder in der obigen Reihe haben also folgende Form

$$C.\int(c^2 - y^2)^{\frac{t}{2}}y^{2v}dy.$$

XI. Nun ist

$$\int(c^2 - y^2)^{\frac{t}{2}}y^{2v}dy = -\frac{y^{2v-1}\sqrt{(c^2-y^2)^{t+2}}}{(t+2v+1)} - \frac{(2v-1)c^2y^{2v-3}\sqrt{(c^2-y^2)^{t+2}}}{(t+2v+1)(t+2v-1)} - \dots$$

$$- \frac{(2v-1)(2v-3)\dots 5.3c^{2v-2}y\sqrt{(c^2-y^2)^{t+2}}}{(t+2v+1)(t+2v-1)(t+2v-3)\dots(t+3)}$$

$$+ \frac{(2v-1)(2v-3)\dots 5.3.1c^{2v}}{(t+2v+1)(t+2v-1)(t+2v-3)\dots(t+3)}\int dy\sqrt{(c^2-y^2)^t}.$$

Ferner ist

$$\int dy\sqrt{(c^2-y^2)^t} = \frac{y\sqrt{(c^2-y^2)^t}}{t+1} + \frac{tc^2y\sqrt{(c^2-y^2)^{t-2}}}{(t+1)(t-1)} + \frac{t(t-2)c^4y\sqrt{(c^2-y^2)^{t-4}}}{(t+1)(t-1)(t-3)} + \dots$$

$$+ \frac{t(t-2)(t-4)\dots 7.5c^{t-3}y\sqrt{(c^2-y^2)^3}}{(t+1)(t-1)(t-3)\dots 6.4} + \frac{t(t-2)(t-4)\dots 7.5.3c^{t-1}}{(t+1)(t-1)(t-3)\dots 6.4}\int dy\sqrt{(c^2-y^2)}.$$

Endlich ist

$$\int dy\sqrt{c^2-y^2} = \tfrac{1}{2}y\sqrt{c^2-x^2} + \frac{c^2}{a}Arc\left(\sin = \frac{y}{c}\right).$$

Setzet man in diesen Reihen $y = c$, so verschwinden alle Glieder bis auf das letzte; also wird der Werth des obigen Integrales, wenn $y = c$

$$\frac{(2v-1)(2v-3)\ldots5.3.1c^{2v}}{(t+2v+1)(t+2v-1)\ldots(t+3)}\cdot\frac{t(t-2)(t-4)\ldots7.5.3c^{t-1}}{(t+1)(t-1)(t-3)\ldots6.4}\cdot\frac{c^2}{2}Arc(\sin = 1)$$
$$= \frac{(2v-1)(2v-3)\ldots3.1\,.\,t(t-2)(t-4)\ldots5.3}{(t+2v+1)(t+2v-1)\ldots(t+3)(t+1)(t-1)(t-3)\ldots6.4.2}\cdot\frac{c^{2v+t+1}\pi}{2}.$$

XII. Setzet man in IX. $p = 3, 5, 7, 9$ u. s. w., so bekommt man die Werthe von S_3, S_5, S_7 u. s. w.; nämlich

$$S_3 = 2\left(\frac{1}{a^3} + \frac{3.4}{1.2}\cdot\frac{y^2}{a^5} + \frac{3.4.5.6}{1.2.3.4}\cdot\frac{y^4}{a^7} + \frac{3.4\ldots7.8}{1.2\ldots5.6}\cdot\frac{y^6}{a^9} + \right.$$
$$S_5 = 2\left(\frac{1}{a^5} + \frac{5.6}{1.2}\cdot\frac{y^2}{a^7} + \frac{5.6.7.8}{1.2.3.4}\cdot\frac{y^4}{a^9} + \right.$$
$$S_7 = 2\left(\frac{1}{a^7} + \frac{7.8}{1.2}\cdot\frac{y^2}{a^9} + \right.$$
$$S_9 = 2\left(\frac{1}{a^9} + \right.$$

Multipliciret man diese Reihen mit z, z^3, z^5 u. s. w., und integriret, so bekommt man

$$\int zS_3dy = \pi\left(\frac{c^2}{2a^3} + \frac{3c^4}{4a^5} + \frac{15c^6}{16a^7} + \right)$$
$$\int zS_5dy = \pi\left(\frac{c^2}{2a^5} + \frac{15c^4}{8a^7} + \frac{35c^6}{8a^9} + \right)$$
$$\int zS_7dy = \pi\left(\frac{c^2}{2a^7} + \frac{7c^4}{2a^9} + \right.$$
$$\int zS_9dy = \pi\left(\frac{c^2}{2a^9}\right.$$

$$\int z^3S_5dy = \pi\left(\frac{3c^4}{8a^5} + \frac{15c^6}{16a^7} + \right)$$
$$\int z^3S_7dy = \pi\left(\frac{3c^4}{8a^7} + \frac{7c^6}{4a^9} + \right)$$
$$\int z^3S_9dy = \pi\left(\frac{3c^4}{8a^9} + \right.$$
$$\int z^5S_7dy = \frac{5\pi c^6}{16a^7},\ \int z^5S_9dy = \frac{5\pi c}{16a^9}.$$

XIII. Multipliciret man diese Integralen mit den gehörigen Coefficienten (VIII.), ordnet sie nach den Potenzen von c und x, summiret die gleichartigen, und integriret von neuem mit Hinsicht auf x, so findet man

$$K' = 2mn\pi c^2\left(\frac{x^{r+2}}{(r+2)a^3} - \frac{3x^{r+4}}{2(r+4)a^5} + \frac{15x^{r+6}}{8(r+6)a^7} - \frac{35x^{r+8}}{16(r+8)a^9} + \right)$$
$$+ 2mn\pi c^4\left(\frac{9x^{r+2}}{8(r+2)a^5} - \frac{75x^{r+4}}{16(r+4)a^7} + \frac{735x^{r+6}}{64(r+6)a^9} - \right)$$
$$+ 2mn\pi c^6\left(\frac{75x^{r+2}}{64(r+2)a^7} - \frac{1015x^{r+4}}{128(r+4)a^9} + \right).$$

Zusatz. Bey dem cylindrischen Magneten verhält sich also die Totalwirkung in groſsen Abständen umgekehrt wie die Cuben der Abstände, gerade wie bey dem rectangulären und linearen Magneten.

§. 53. Vergleichet man die Reihen in §. 49 III. für einen rectangulären Magneten (einen vierseitigen prismatischen Magneten von unendlich geringer Dicke) mit den Reihen in §. 51 III. für einen cylindrischen Magneten, so ist sichtlich, daſs diese Reihen, bis auf die Coefficienten, vollkommen einerlei sind. Der Coefficient der ersten Reihe in §. 49 ist $= 8mnc$, der ersten Reihe §. 51 $= 4mn\pi c^2$. Ist c sehr klein im Vergleiche mit der Länge x und dem Abstande a des Magneten, so können diejenigen Reihen, die mit höheren Potenzen von c multiplicirt worden, ausser Betracht gelassen werden; dann verhält sich also die Wirkung des rectangulären Magneten zur Wirkung des cylindrischen Magneten $= 8mnc : 4mn\pi c^2 = 2c : \pi c^2$, d. i. wie der Durchmesser in einem Kreise zur Oberfläche des Kreises; mit andern Worten: *wenn die Längen und Intensitäten*) gleich groſs sind, verhalten sich die Wirkungen wie die Durchschnittsflächen, d. i. wie die Menge der Theilchen, oder wie der cubische Inhalt.*

Ferner sieht man, daſs die erste Reihe in diesen beiden Formeln dieselbe ist, wie die Reihe 𝔄 (§. 10) für einen linearen Magneten. *In groſsen Abständen hat also die Figur der Endflächen des prismatischen Magneten keinen kenntlichen Einfluſs auf die Anziehung oder Abstoſsung, und man kann ihn ohne merklichen Fehler als linear betrachten.*

Vergleichet man ebenfalls die Reihen in §. 50 II. mit den Reihen in §. 52, so erhellet, daſs die erste Reihe an beiden Stellen einerlei, und vollkommen dieselbe sey, wie die Reihe 𝔅 (§. 10); also ist sichtlich, daſs in groſsen Abständen auch die Intensitäten im magnetischen Aequator sich bey prismatischen Magneten eben so wie bey dem linearen Magneten verhalten. Für prismatische oder cylindrische Magneten gilt also dieselbe Regel, wie für

*) In §. 46 S. 254 ward gezeigt, daſs, wenn die Dimensionen der Durchschnittsflächen ungleich sind, auch die Intensitäten ungleich seyen, schwächer nämlich in der gröſseren Durchschnittsfläche als in der kleineren; also wird diese Voraussetzung selten eintreffen.

lineäre, dafs *die Totalwirkung vom Aequator nach den Polen zunimmt, und an letzterer Stelle doppelt so grofs ist als an ersterer, wenn der Abstand des angezogenen Theilchens vom Mittelpunkte des Magneten an beiden Stellen derselbe ist.*

Suchte man auf dieselbe Weise, wie in den vorigen §§., für einen cylindrischen Magneten, an welchem der Radius der Endflächen war $= c$, eine Formel für $\cot \omega$, so würden Zähler und Nenner in dieser Formel in Reihen aufgelöfst werden können mit den Coefficienten c^2, c^4, c^6 u. s. w., aus welchen die Reihen mit dem Coefficienten c^2 vermuthlich dieselben werden würden, wie die Reihen A, B, C... $\mathfrak{A}$, $\mathfrak{B}$, $\mathfrak{C}$... §. 21. Wäre c klein und der Abstand ϱ grofs, so könnten alle übrigen Reihen ausser Betracht gelassen werden; *die ganze obige Theorie für einen lineären Magneten kann also in grofsen Abständen, wenigstens als Approximation, auf prismatische Magneten von irgend einer Art angewandt werden.*

Zusatz. Bezeichnet man die Reihen in §. 51 III. mit F, F', F'', die Reihen in §. 52 mit $\mathfrak{F}$, $\mathfrak{F}'$, $\mathfrak{F}''$, so ist für den cylindrischen Magneten

$$\text{in der Axe } K = 4mn\pi c^2 (F - \tfrac{3}{2} c^2 F' + \tfrac{15}{8} c^4 F'' -)$$
$$\text{im Aequator } K' = 2mn\pi c^2 (\mathfrak{F} + \ c^2 \mathfrak{F}' - \ c^4 \mathfrak{F}'' +),$$

und für den lineären $K = 4mn.F$, $K' = 2mn.\mathfrak{F}$ (§. 10). Also verhält sich bey dem cylindrischen Magneten $K : K' = 2(F - \frac{3}{2} c^2 F' + \frac{15}{8} c^4 F'') : (\mathfrak{F} + c^2 \mathfrak{F}' + c^4 \mathfrak{F}'')$; bey dem lineären $K : K' = 2F : \mathfrak{F}$; folglich *nimmt die magnetische Wirkung vom Aequator nach dem Pole langsamer bey dem cylindrischen zu als bey dem lineären Magneten.* Je kleiner c ist, desto mehr nähert sich das erste Verhältnifs dem Verhältnisse $2F : \mathfrak{F}$, welches beym lineären statt findet.

§. 54. Die Eigenschaft des natürlichen Magneten, Eisen anzuziehen, ist im frühesten Alterthume bekannt gewesen, und wird von *Plato*, *Aristoteles* und *Plinius* erwähnt; *Lucrez* gedenket schon der Zurückstofsung des Magneten: woraus erhellet, dafs man auch die entgegengesetzten Wirkungen der verschiedenen Pole gekannt habe. Aber dabey blieb die Kenntnifs des Magneten bey den Europäern länger als ein Jahrtausend stehen; denn die Polarität, oder die Eigenschaft desselben sich nach Norden zu wenden, wurde erst im eilften oder zwölften Jahrhunderte in Europa bekannt. Die Chinesen haben inzwischen, allem Vermuthen nach, diese Eigenschaft weit früher gekannt;

denn, daſs sie den Gebrauch der Compaſsnadel nicht von den Europäern erlernt haben, davon zeugt unter andern auch die eigenthümliche Construction ihrer Compaſsnadel; und *Gama* fand bereits den Compaſs bey allen den Arabischen Seefahrenden üblich, mit denen er auf seiner ersten Reise zusammentraf.

§. 55. Zu Ende des sechzehnten Jahrhunderts verfaſste *Gilbert* sein Buch (*de magnete, magneticisque corporibus et de magno magnete tellure physiologia nova. Lond.* 1600), worin er annahm, die Erde sey ein groſser kugelförmiger Magnet, und hieraus die Abweichung und Neigung des Magneten zu erklären suchte. Aber die Theorie der Mechanik des Magneten machte durch ihn keinen Fortschritt, und noch weniger durch *Kirchers ars magnetica*, welche, mit Ausnahme einiger Abweichungsbeobachtungen (entlehnt der Schrift des *Edward Wright: certain errors in navigation detected and corrected*, und *Stevini Limenheuretica*), fast nichts enthält als eine Menge abgeschmackter Mährchen und unausführbarer Kunststücke*).

§. 56. Im siebzehnten Jahrhunderte gab sich *Descartes* Mühe, einen mechanischen Grund für die magnetischen Wirkungen ausfündig zu machen, und seine doppelten Wirbel wurden in der Folge von *Dalencé*, *du Fay*, *Euler* und *du Tour* vereinfacht, hierauf aber von *Johan* und *Daniel Bernoulli* wieder in der alten Form hervorgerufen. Auch diese Bemühungen krönte kein Erfolg; hätte man, wie *Newton*, die ersten Gründe in ihrer muthmaſslich undurchdringlichen Finsterniſs ruhen, und allen an ihnen verschwendeten Scharfsinn an eine genauere Untersuchung der Wirkungsgesetze des Magneten verwandt, wahrscheinlich stände alsdann unsre Kenntniſs des Magneten auf einer weit höhern Stufe.

§. 57. Endlich fingen *Hawksbee* (*philos. trans. Y.* 1712) und *Brook Taylor* (ebendaselbst *Y.* 1721) zu Anfange des achtzehnten Jahrhunderts an, das Gesetz für die Stärke der Anziehung in verschiedenen Abständen zu un-

*) So findet man hier z. B. die Abbildung eines Messers, das von einem Manne aus Unvorsichtigkeit verschluckt, aber durch Anwendung eines Pflasters aus Magnetenstaub ihm wieder aus dem Magen gezogen worden; imgleichen, wo ich nicht irre, die Abbildung des Sarges Muhameds, der in der Luft schwebend von zween Magneten getragen wird, u. desgl. m.

tersuchen; aber anlangend ihre sowohl als *Musschenbroeks* spätere Versuche, gilt folgende Bemerkung. Die Anziehung zweyer magnetischen Körper muſs gleich seyn der Summe der Anziehungen und Abstoſsungen aller ihrer Theilchen; die Totalwirkung muſs also eine Function sowohl der Dimensionen der Magneten als des Abstandes seyn, und folglich müssen Magneten von verschiedener Form nothwendig verschiedene Resultate geben. Die Antworten, die man durch die Versuche dem Magneten ablocken will, können vernünftiger Maſsen nichts anders betreffen, als Aufklärungen über die drey in der obigen Theorie aufgestellten Elementargesetze. Die *Form der Function* kann einzig die Theorie angeben; ohne Theorie weiſs man nicht einmal recht, was unter Abstand der Magneten zu verstehen, ob derselbe von den Mittelpunkten, oder von den Endpunkten an zu rechnen sey. Die oberwähnten Experimentatoren hofften gleichwohl durch Versuche eine Function des Abstandes auszumitteln, welche die Gröſse der Totalwirkung auszudrücken vermöchte; es war also vorauszusehen, daſs ihre Hoffnung getäuscht werden würde. Um sich hiervon noch deutlicher zu überzeugen, betrachte man die Formel für die Anziehung eines cylindrischen Magneten §. 51 I.; man sieht, daſs diese Anziehung eine Function ist von des angezogenen Theilchens Abstande (a) vom Mittelpunkte des Magneten, vom Radius (c) des Cylinders und von den Winkeln s, s' und s''. Daſs die Form einer solchen Function sich nicht durch Versuche finden lasse, liegt am Tage; noch weniger die Function für die gegenseitige Anziehung zweyer Magneten, die dadurch weit verwickelter werden würde. Sind hingegen jene drey Elementargesetze bestimmt, oder hypothetisch angenommen, so ist es die Sache der Theorie, die Form der Function zu geben, und der Versuch soll bloſs die *Richtigkeit der Elementargesetze* entscheiden. Die obige Theorie und unsre Versuche haben dargethan, daſs sich die Elementarwirkung umgekehrt verhalte wie die Quadrate der Abstände, und daſs die Totalwirkung eines cylindrischen, prismatischen oder lineären Magneten auf ein magnetisches Theilchen, unabhängig vom zweyten oder dritten Elementargesetze, in groſsen Abständen sich umgekehrt verhalte wie die Cuben des Abstandes des Theilchens vom Mittelpunkte des Magneten. Letzteres Gesetz hatten schon *P. P. Jacquier* und *Le Sueur* durch Versuche ausgemittelt,

und *Musschenbroek* ist geneigt, dasselbe anzunehmen; aber wie weit die Richtigkeit dieses Gesetzes sich erstrecke, ob es für alle Abstände und für Magneten von allen Dimensionen gelte, kann blos die Theorie entscheiden. Das Resultat eines solchen Versuches ist nur ein einzelnes Beyspiel; die Elementargesetze hingegen sind fruchtbar und allgemeingültig; sind sie einmal richtig bestimmt, so kann die Theorie aus ihnen alle zur Mechanik des Magneten hingehörigen Aufgaben auflösen.

Was *Musschenbroeks* Versuche betrifft, so sind sie von *Lambert* (dessen Urtheil späterhin angeführt werden wird) so gut charakterisirt, dafs wir dieselben hier mit Stillschweigen übergehen können. *Georg Wolffg. Krafft* erwähnt in seiner Abhandlung: *de viribus attractionis magneticae experimenta* (*Comm. Acad. Sc. Petrop. Tom. XII. pag.* 276) eines Musschenbroekischen in dessen *Essai de physique* S. 280 angeführten Versuches, welcher ihn zu oberwähnter Untersuchung veranlasset habe. Durch diesen Versuch glaubt nämlich *Musschenbroek* gefunden zu haben, dafs sich die Anziehung zwischen einem kugelförmigen Magneten und einer eben so grofsen eisernen Kugel umgekehrt verhalte, wie die vierte Potenz des zwischen beiden Kugeln eingeschlossenen Raumes. *Krafft* wiederholte diesen Versuch im Jahre 1740 sowohl mit gleich grofsen, als ungleich grofsen Kugeln, und fand, dafs in erstem Falle die Musschenbroekische Regel bis auf die Berührung passe, wo sie die Anziehung ungefähr 60 Mal zu klein angab; dafs hingegen, wenn die eiserne Kugel von anderer Gröfse war, als die Magnetkugel, diese Regel gar keine Anwendung leide. Von derselben können wir nun aus zwey Gründen keinen Gebrauch machen; theils folgt nämlich die Wirkung des Magneten auf Eisen ganz andern Gesetzen, als seine Wirkung auf einen andern Magneten; theils ist diese Regel nur für die Totalanziehung in einem einzelnen Falle gültig. Sie steht ganz isolirt da und läfst sich nicht auf Magneten von andern Formen anwendbar machen, wofern man nicht etwa durch die Analyse dieser Regel die Elementargesetze auszumitteln vermöchte; aber dazu ist dieser Versuch nichts weniger als bequem.

§. 57. Um die Mitte des achtzenten Jahrhunderts fing man an sich zu

bemühen, die besten Methoden ausfündig zu machen, um einen hohen Grad von Magnetismus in künstlichen Magneten zu erregen, und in dieser Hinsicht haben sich *Du Hamel*, *Knight*, *Canton*, *Mitchell*, *Aepinus* und mehrere verdient gemacht. Man bemerkte, dafs, wenn ein stählerner Stab mit stärkeren und stärkeren Magneten gestrichen wurde, derselbe nachgerade eine Kraft erreichte, welche durch kein Mittel höher zu treiben möglich war; und dadurch erhielt man den Begriff von *Sättigung*. Dies ist eine wichtige Entdeckung, die, wenn dereinst die Theorie des Magneten entwickelter da liegt, ein starkes Licht über das zweyte und dritte Elementargesetz, folglich über die ganze magnetische Mechanik verbreiten wird.

§. 58. Berühret man einen Stahldrath AB (Fig. 42) von bedeutender Länge im Punkte *a* mit dem Pole — *M* eines Magneten, und nimmt darauf den Magneten weg, so wird man bemerken, dafs der Punkt *a* den Magnetismus + *M* besitzt. Dieses + *M* wird gegen beide Seiten hin schwächer werden, und endlich in den Punkten *e* und *d* verschwinden, welche keine Spur von Magnetismus zeigen; weiter hin wird der Drath den entgegengesetzten Magnetismus, also — *M* ergeben, welcher sein Höchstes in den Punkten *c* und *b* erreicht hat, und hierauf abnimmt, bis er in den Punkten *g* und *f* ganz verschwindet, um sich weiter hin wieder als + *M* zu zeigen, u. s. w. Diese verschiedene Gröfse und Natur der Intensitäten kann bequem durch eine krumme Linie *meno* anschaulich gemacht werden, welche den Drath in den Punkten *gedf* schneidet, wo der Magnetismus ist = o, und welche ihre gröfste positive Ordinate in *a* hat, wo + *M* sein Maximum hat, und ihre gröfste negative Ordinate in *b* und *c*, wo — *M* seinen gröfsten Werth hat. Setzet man wieder des Magneten Pol + *M* in *a*, und beweget ihn längs des Drathes gegen B hin, so wird sich das ganze System von Intensitäten in derselben Richtung bewegen, und die Punkte *f*, *o*, *d*, *n* der krummen Linie werden nachgerade zum Endpunkte B des Drathes kommen, welcher also allmählich den Magnetismus o, — *M*, o, + *M* erhalten wird. Denjenigen Punkt des Drathes, in welchem der Pol des Magneten ist, wenn der Punkt *o* nach B gekommen, nennt *von Swinden* den *culminirenden Punkt*; und denjenigen Punkt, wo er

ist, wenn Punkt *d* nach B kommt, nennt *Brugmanns* den *Indifferenzpunkt* *). Die Lage dieser Punkte wurde nach der Dicke und Stählung des Drathes, wie nach der Stärke des Magneten, verschieden gefunden. Hat der Drath eine beträchtliche Länge, so erhellet aus dem Obigen, dafs sich daselbst mehrere solche Indifferenz- und Culminations-Punkte finden werden. Die Untersuchung ihres wechselseitigen Abstandes**) wird natürlicher Weise über das zweyte Elementargesetz Licht verbreiten; aber solange unsre Kenntnifs des Magneten auf keiner höheren Stufe steht als jetzt, werden diese Untersuchungen unbrauchbar seyn. Es ist fürs erste gerathener, das Intensitätsgesetz in Magneten von so geringer Länge genau zu untersuchen, dafs man in der Intensitätsreihe

$$i = mx^r(1 + Ax + Bx^2 + \dots)$$

alle folgenden Glieder ausser Betracht lassen, und somit auf die einfachste Weise den Werth von r bestimmen kann. Ist erst dieser ausgemittelt, so lassen sich in der Folge die Coefficienten A, B u. s. w. für Magneten von gröfserer Länge immer bestimmen.

§. 59. Der grofse *Tobias Mayer*, der selten seinen Blick auf irgend einen Gegenstand warf, ohne etwas Neues zu entdecken, der ein eben so scharfes Auge für Theorie als für Praxis besafs***), war der Erste, welcher das Eis brach und den Grund zu einer mathematischen Theorie der magnetischen Anziehungs- und Abstofsungs-Gesetze legte. Im Jahre 1760 las er in der Göttinger Gesellschaft der Wissenschaften eine Abhandlung vor, welche theoretische und durch Versuche geprüfte Untersuchungen über den Magneten enthielt, mit Anwendung auf eine Theorie der Abweichung und Neigung der

*) Richtiger wäre es freilich gewesen, die Punkte g, c, d, f Indifferenzpunkte, und die Punkte m, n, o culminirende Punkte zu nennen.

**) Es ist glaublich, dafs sie, gleichwie Wellen, die von einem Punkte ausgehen, in gröfseren und gröfseren Abständen immer näher auf einander folgen werden.

***) Die Belege zu diesen Behauptungen sind hinlänglich bekannt. Seine Mondstheorie, seine genauen Fixsternbestimmungen, seine Ideen zu einem Multiplicationskreise, seine Beobachtung des Uranus, seine geographischen Arbeiten sind bey allen Astronomen und Geographen in dankbarem Andenken.

Magnetnadel. Zwey Jahre später starb *Mayer*. Obgleich nun die Resultate dieser Untersuchungen äusserst vielversprechend zu seyn scheinen, so ist doch, der Aufforderung mehrerer Naturkundigen ungeachtet, diese Abhandlung nie ans Licht gekommen. Die einzigen mir vor Augen gekommenen Nachrichten von dieser Arbeit finden sich in *Gehlers* physik. Wörterb. (Artikel: Abweichung der Magnetnadel, 2 Th. S. 29-30) und *Nov. Comment. Ac. Sc. Petrop.* (Tom. XII. p. 327-328). An letztgedachtem Orte steht nämlich eine Abhandlung von *Aepinus*, betitelt: *Examen theoriae magneticae a celeberr. Tob. Mayero propositae*, worin *Aepinus* einige Einwendungen gegen *Mayers* Theorie macht. Ueber *Mayer* und seine Ideen läſst er sich folgender Maſsen aus:

Erat dum viueret ex numero eorum, qui in disquisitionibus ad philosophiam naturalem pertinentibus, laudatam modo viam secuti sunt, cuius illustre nomen ab interitu securum erit, nisi scientiarum memoria aliquando intereat, Celeberr. Tobias Mayerus, qui eodem circiter tempore ac ego, inquirendae theoriae phaenomenorum magneticorum, Newtoni vestigia calcans, operam dedit. Tradidit Illustri Societati Scientiarum Göttingensi, circa medium Anni 1760, *commentationem, suas de hac re cogitationes explicantem, quae etsi typis nondum expressa sit, prostat tamen de contentis ipsius recensio in nouis litterariis Göttingensibus eiusdem anni, quae fidem plenam ea propter meretur, quod sub ipsis Mayeri oculis, tum adhuc viuentis, impressa sit.*

Obseruauit Celeberr. Mayerus, similiter ac ego feceram, in Tentaminis Theoriae Electricitatis et Magnetismi locis diuersis, pro condenda theoria attractionum et repulsionum magneticarum tali, quae calculi legibus subiici, mathematicisque phaenomenorum istorum considerationibus locum praebere queat, praeprimis necesse esse, ut constet, quaenam distantiarum functio sit ea, secundum quam particula quaedam infinite parua, magnetica vi imbuta, agat in aliam particulam itidem infinite paruam; sique deinde detur corpus quoddam magnetica vi praeditum, praeter ipsius figuram, inquiri adhuc debere in legem distributionis vis magneticae per uniuersum hoc corpus, siue quod ad idem recidit, in legem ex qua, quanta sit vis magneticae in quouis puncto, aut quauis particula infinite parua, intensitas, determinari potest. His enim factis, problema de inuestiganda vi, quacum agit corpus magneticum in distantia qua-

cunque in corpus aliud, eo redactum erit, ut nudae analyseos, calculique integralis ope, expediri queat.

Putat Celeberr. Mayerus utrumque se rite determinasse, atque functionem quidem attractionum et repulsionum magneticarum, a particula quadam infinite parua exsertarum sequi legem eam statuit, ut Sollicitationis intensitas in duplicata distantiarum ratione decrescat. Quoad legem vero intensitatis vis magneticae, monet primum, se hic non considerare, nisi magnetes prismatica aut parallelipipeda figura praeditas, tum vero statuit, per magnetes huius figurae, ita diffusam esse vim magneticam, ut Intensitas in quouis puncto sit directe uti distantia ipsius a medio prismatis puncto, quod centri nomine ipsi venit.

Aepinus erklärt, er zweifle stark an der Richtigkeit dieser Gesetze, und erhebt alsdann folgende Einwendungen:

1) *Mayer* hatte angenommen, der Mittelpunkt der Kräfte (der magnetische Aequator) liege in gleichen Abständen von beiden Polen. *Aepinus* bemerkt, daſs solches bey natürlichen Magneten selten oder nie statt finde, und bey künstlichen nur dann, wenn sie mittelst des sogenannten *Doppelstriches* magnetisirt worden. Er führt drey Reihen von Versuchen an, wodurch gezeigt wird: a) daſs, wenn das eine Ende eines unmagnetischen Stahlstabes mit dem Pole eines Magneten berührt wird, der magnetische Mittelpunkt im Stahlstabe, nach Wegnehmung des Magneten, dem berührten Ende weit näher liegend befunden wird als dem andern; b) daſs, wenn ein solcher Stahlstab mittelst des *einfachen Striches* magnetisirt wird, der magnetische Mittelpunkt auch immer dem einen Ende etwas näher liegt als dem andern; c) daſs, wenn der Stahlstab durch Streichung mit beiden Polen eines sogenannten *Hufeisen-Magneten* magnetisirt wird, dasselbe statt findet, und falls der Stab lang ist, jener gewöhnlich mehr als zween Pole *(puncta consequentia)* erhält.

2) Auf welche Weise man auch Stahlstäbe von beträchtlicher Länge magnetisiren mag, so bekommen sie doch jederzeit mehr als zween Pole, und folglich mehrere magnetische Mittelpunkte (Indifferenzpunkte in eigentlichem Verstande); wäre der Stab unendlich lang, so würden unendlich

viele Pole und unendlich viele magnetische Mittelpunkte entstehen. Da nun die Ordinaten der Intensitäts-Scala (derjenigen Curve, deren Ordinaten die Gröſse der Intensität in jedem Punkte vorstellen) bey jedem magnetischen Mittelpunkte verschwinden müſsen, so muſs die zuvor gedachte Curve die Axe unendlich viele Male schneiden, folglich von der *transcendenten* Art seyn. *Mayer* hatte angenommen, daſs die Intensität eines jeden Theilchens sich verhalte wie dessen Abstand vom Mittelpunkte, daſs also die Intensitäts-Scala durch eine *gerade Linie* vorgestellt würde, welches mit der obigen Erfahrung streitet.

5) *Mayer* nimmt in Analogie mit der Gravitation an, daſs die Elementarwirkung (die Anziehung oder Zurückstoſsung zweyer unendlich kleinen Theilchen) sich umgekehrt verhalte wie die Quadrate der Abstände. *Aepinus* sagt, es sey nicht nothwendig, daſs dieses Gesetz für alle Kräfte gültig sey, daſs vielmehr die Erfahrung zeige, es gebe solche, auf welche es nicht passe, z. B. die Kräfte, wodurch Fluida in Haarröhrchen steigen, wodurch das Licht gebrochen wird, u. a. m. Ein bekannter Versuch zeigt deutlich, daſs dieses Gesetz unmöglich für die magnetischen Wirkungen gelten könne. Wenn nämlich die gleichartigen Pole zweyer künstlichen Magneten einander genähert werden, so steigt die Zurückstoſsung bis auf eine Zeit; aber nachgerade erreicht sie in einem gewissen Abstande ein Maximum, dergestalt, daſs, wenn die Magneten einander noch näher kommen, die Zurückstoſsung wieder schwächer wird, ja sich in Anziehung verwandelt. Dieses Experiment schlägt niemals fehl, sey es nun bey natürlichen oder künstlichen Magneten, wenn nur der eine Magnet beträchtlich schwächer, oder auch von weicherem Stahle ist als der andre. Letzterer Versuch kann nie mit der Mayerschen Theorie übereinstimmen, nach welcher die Zurückstoſsung nothwendig mit dem verminderten Abstande zunehmen muſs. *Mayer* glaubte, die Grundlage der Magnetentheorie bestehe blos in der Kenntniſs der Function der Elementarwirkung und der Intensitäts-Scala. Aber hier tritt ein dritter Umstand ein, eben so wesentlich wie die zwey vorigen, und da *Mayer* denselben übersehen hat, so kann ihn der Calcul niemals zu Gesetzen geleitet haben, die zur

Erfahrung stimmen, räumete man auch ein, daſs seine Hypothesen wahr wären; und hat jener ihn zu solchen geleitet, so ist das ein Zeichen, daſs er, indem er die Grundsteine zu seiner Theorie legte, Fehler begangen habe, welche durch ein sonderbares Ungefähr diejenigen Fehler aufgehoben, welche ihren Ursprung in der Vernachläſsigung eines wesentlichen Umstandes haben. Wenn nämlich ein Magnet auf einen unmagnetischen Eisendrath wirkt, so zieht er diesen nur aus dem Grunde an, weil der Eisendrath sich polarisirt, d. h. zu einem wirklichen Magneten wird. Aber welche Intensitäts-Scala soll man diesem Magneten beylegen? Nach *Mayers* Theorie soll die Intensität in jedem Punkte, dessen Abstand vom Mittelpunkte ist $= x$, proportionirt seyn mit x, also $i = \mu x$. Ist nun letzterer Intensitäts-Coefficient (μ) eine beständige oder eine veränderliche Gröſse? Ersteres streitet mit der Erfahrung; er ist also eine Function vom Abstande des Eisens vom Magneten. Wird er also nicht als solcher im Calcul eingeführt, und findet man gleichwohl Formeln, welche mit den Versuchen übereinstimmen, so kann daraus nichts anders geschlossen werden, als daſs man in den übrigen Voraussetzungen so glücklich gefehlt habe, daſs dem bedeutenden Fehler, welcher begangen worden, dadurch abgeholfen ist. Die Lage des magnetischen Mittelpunktes des Eisens ist auch Veränderungen unterworfen, und muſs folglich auch als eine Function des Abstandes des Eisens vom Magneten ausgedrückt werden. Vernachläſsiget man auch diesen äusserst wichtigen Umstand im Calcul, so müssen die Schlüsse mit der Erfahrung streiten, wofern man nicht auf eine andere Weise dermaſsen gefehlt hat, daſs die Fehler einander aufheben. — Was hier von der Wirkung des Magneten auf Eisen gesagt worden, gilt auch von dessen Wirkung auf einen andern Magneten, mögen sie nun die freundschaftlichen oder feindlichen Pole einander zukehren. Ihre gegenseitige Einwirkung auf einander erstreckt sich nicht blos darauf, einander anzuziehen oder zurückzustoſsen, sondern auch ihren beiderseitigen Zustand dermaſsen zu verändern, daſs die Lage des magnetischen Mittelpunktes und der Intensitäts-Coefficient, d. i. die ganze Intensitäts-Scala zugleich mit dem Abstande verändert wird. Nur auf diese Weise läſst sich erklären,

warum die Zurückstofsung zweyer Magneten von ungleicher Stärke in geringen Abständen verschwinde und nachher in Anziehung übergehe.

Diese Einwendungen treffen sowohl die in gegenwärtigem Hauptstücke aufgestellte, als auch *Mayers* Theorie; und sie könnten beym ersten Blicke gefährlich scheinen, da sie wirklich auf richtigen Thatsachen beruhen. Inzwischen hätte *Mayer* dieselben gewifs leicht beseitigen können, wofern sie bey seinen Lebzeiten gemacht worden wären. Um sowohl seine als meine eigene Theorie zu rechtfertigen, will ich sie daher ausführlich widerlegen.

1) Anlangend die erste derselben, dafs der magnetische Mittelpunkt nicht allemal in gleichem Abstande von den Polen des Magneten gefunden werde, so gesteht *Aepinus* selbst, dafs dies nur bey künstlichen Magneten statt finde, welche auf eine unvollkommene Weise magnetisirt werden, und dafs *Mayers* Voraussetzung allemal eintreffe, wenn man sich des Doppelstriches bedient hat. Solange *Aepinus* also nicht beweist, dafs *Mayers* Voraussetzung *niemals statt finden könne*, so kann er ihn nicht tadeln, eine Formel für einen *möglichen* Fall gesucht zu haben, zumal da dieser Fall immer eintritt, wenn man bey der Verfertigung des Magneten sich der vollkommensten Methoden bedient. *Mayer* wäre wahrscheinlich nie darauf gefallen, seine Formel auf unregelmäfsige Magneten anwenden zu wollen; und sollte man ja genöthigt seyn, sich eines solchen unregelmäfsigen Magneten zu bedienen, so könnte seine Theorie eben so leicht eine Formel für dessen Wirkung geben, wenn die Lage des magnetischen Mittelpunktes und die in beiden Halbaxen verschiedene Intensitäts-Scala gegeben wären.

2) Rücksichtlich der zweyten Einwendung, dafs die Intensitäts-Scala eine *transcendente*, also keine *gerade* Linie sey nach *Mayers* Voraussetzung, so däucht es mir gar nicht glaublich, dafs dies seiner Aufmerksamkeit entgangen sey. Aber *Aepinus* kann nicht leugnen, dafs die Intensität in jedem Theilchen in der Axe eine Function sey vom Abstande des Theilchens vom Mittelpunkte der Kräfte. Wird dieser Abstand gesetzt $= x$, so kann die Intensität jedes Theilchens auf die allgemeinste Weise so ausgedrückt werden: $i = \mu f(x)$, wo $f(x)$ die transcendente Function von x, welche

das wahre Intensitätsgesetz ausdrückt, und μ eine beständige Gröſse bezeichnet, die von der Härte des Stahls und der Gröſse und Stärke des zum Striche gebrauchten Magneten abhängig ist. Jede sowohl transcendente als algebraische Function, kann bekanntlich in einer Reihe von folgender Form entwickelt werden:

$$f(x) = ax + bx^2 + cx^3 + \ldots + px^r + qx^{r+1};$$

also

$$i = \mu f(x) = \mu(ax + bx^2 + cx^3 + \ldots + px^r + qx^{r+1}).$$

Es ist immer möglich, einen so kleinen Werth für x zu finden, durch welchen das erste Glied der Reihe bedeutend gröſser wird, als die Summe aller folgenden. In so geringem Abstande vom magnetischen Mittelpunkte nähert sich die krumme Linie (die Intensitäts-Curve) unendlich einer geraden Linie, welche eigentlich blos die krumme Linie im Mittelpunkte selbst berührt, und mit der Axe einen Winkel macht, dessen Tangente ist $= \frac{\mu a}{x}$. Nur für Magneten von so geringer Länge gelten die Mayerschen Formeln. Wohl möglich, daſs der Coefficient a, oder beides a und b sind $= 0$; in ersterem Falle ist die Intensität nahe am Mittelpunkte proportionirt mit den Quadraten, in letzterem mit den Cuben der Abstände vom Mittelpunkte. Sind alle Coefficienten $a, b, c \ldots$ gleich bis auf $p = 0$, so wird $i = \mu(px^r + qx^{r+1} + tx^{r+2}) = \mu px^r\left(1 + \frac{q}{p}x + \frac{t}{p}x^2 +\right)$ $= mx^r(1 + Ax + Bx^2 + \ldots)$. Die Gröſse m wollen wir den *Intensitäts-Coefficienten*, r den *Intensitäts-Exponenten* nennen. Ersterer ist in verschiedenen Magneten verschieden; letzterer, wie auch die Coefficienten A, B, C u. s. w., müssen immer dieselben seyn, weil sie durch die Entwickelung derselben Function $f(x)$ hervorgekommen sind. Den Werth der letzteren zu finden, ist der Zweck des Experimentators, und nothwendig für die Theorie; aber *Mayer* ist nicht zu tadeln, daſs er zuerst das erste und wichtigste Glied*) zu bestimmen suchte. Ist dies mit Gewiſs-

*) Mit gleich groſsem Rechte könnte man den Halley tadeln, daſs er seine 24 Cometenbahnen als Parabeln berechnete, wiewohl es höchst wahrscheinlich ist, daſs sie sämmtlich Ellipsen

heit bestimmt, so kann man einen Schritt weiter zu Magneten von gröfserer Länge thun. Jede Approximation ist erlaubt, wenn sie nicht aufserhalb gewisser Gränzen getrieben wird.

5) *Aepinus* hat darin Recht, dafs, obschon es wahrscheinlich ist, dafs die Wirkung aller Kräfte sich umgekehrt verhalte wie die Quadrate der Abstände, man doch bey einer unbekannten Kraft nicht unbedingt dieses Gesetz als gültig voraussetzen müsse, ohne sich durch Versuche von der Richtigkeit dieser Voraussetzung vergewissert zu haben. *Mayer* hatte es auch muthmafslich nur als Hypothese vorausgesetzt, aber da seine auf dieser Hypothese gebauete Formel Resultate gab, welche mit der Erfahrung übereinstimmten, so nahm er es als wahr an. Der Streit rührt hier eigentlich von einer Unbestimmtheit in *Mayers* Ausdrücken her; sein erstes Elementargesetz hätte also ausgedrückt werden müssen: *die magnetische Elementarwirkung verhält sich geradezu wie die absoluten Intensitäten beider Theilchen und umgekehrt wie die Quadrate der Abstände* (siehe oben §. 1). Solange also die absoluten Intensitäten unverändert bleiben, verhält sich die Wirkung umgekehrt, wie die Quadrate der Abstände. Nimmt hingegen die Intensität bey dem einen oder bey beiden Theilchen ab, so sind es nicht mehr dieselben Kräfte, welche auf einander wirken, und die Anziehung oder die Abstofsung mufs anders werden, als sie gewesen seyn würde, falls die absoluten Intensitäten unverändert geblieben wären*).

In jedem Eisen- oder Stahlstabe finden sich ursprünglich beide entge-

sind. Durch jene Voraussetzung verlängerte er ihre Perioden von einigen hundert oder tausend Jahren zu einer ganzen Ewigkeit; und doch ist es niemanden je eingefallen, ihm solches zum Vorwurfe zu machen.

*) Bey der Gravitation verhält sich bekanntlich die Elementarwirkung umgekehrt, wie die Quadrate der Abstände; ist der anziehende Körper eine Kugel, so verhält sich die Totalwirkung auf die nämliche Weise. Dächte man sich ein Theilchen, das vermöge der Anziehung der Sonne in gerader Linie gegen den Mittelpunkt der Sonne fiele, und dafs die Sonnenmasse mittlerweile beständig abnähme, so verhielte sich die Totalwirkung derselben auf das Theilchen nicht länger umgekehrt wie die Quadrate der Abstände; denn dieses Gesetz gilt nur für die einzelnen Elemente, oder für ihre Totalsumme. Was hier von der Veränderung der Masse, gilt bey den magnetischen Wirkungen von der Veränderung der Intensität.

gengesetzte magnetische Kräfte in einer Art neutralem Zustande verbunden. Die zu ihrer Scheidung erforderliche Kraft scheint im Verhältnisse zur Starrheit der Materie zu stehen. So scheint bey dem weichen Eisen nicht mehr Kraft erforderlich zu seyn, als diejenige, welche zur Ueberwindung des Strebens beider Kräfte nach Vereinigung vonnöthen ist. Das Eisen selbst leistet keinen Widerstand gegen die Trennung; aber es verhindert auch nicht bedeutend die Vereinigung, dergestalt dafs, wenn die äussere Kraft zu wirken aufgehört hat, die entgegengesetzten Kräfte sich augenblicklich vereinigen und das Eisen sich, wie zuvor, als indifferent (unmagnetisch) zeigt. Die magnetischen Kräfte der Erde sind bekannter Maſsen hinreichend, um die Vereinigung der entgegengesetzten Kräfte in einem weichen Eisenstabe, welcher perpendikulär gehalten wird, aufzuheben. Wird er umgekehret, so vertauscht er augenblicklich seine Pole; wird er darauf horizontal unter einem rechten Winkel mit dem magnetischen Meridiane geleget, so zeigt er sich gleich wieder indifferent. Drehet man hingegen oder hämmert den Eisenstab so, dafs er einige Steifigkeit und Federkraft erhält, so wird mehr äussere Kraft zur Trennung der entgegengesetzten Kräfte erfordert; aber diese sind nun auch nicht länger im Stande, wenn die äussere Kraft aufgehört hat, durch eigenes Streben sich mit einander zu vereinigen; die erregte Differenz ist *bleibend* (permanent). Je stärker man den Stahl härtet, desto gröſser wird der Widerstand, welchen er gegen die Trennung und Vereinigung der Kräfte leistet, und könnte man ihm eine absolute (unendliche) Härte geben, so würde der Widerstand muthmaſslich unendlich werden, d. i. der Stahl würde indifferent gegen die Wirkung der magnetischen Kräfte, und könnte nicht vom Magneten angezogen werden; aber wäre die magnetische Vertheilung einmal geschehen, so würde sie durch keine äussere Kraft aufgehoben werden können. Da nun eine solche Härte unerreichbar ist, so wollen wir betrachten, was bey einem Stahlstabe von gewöhnlicher Stählung vorgeht, wenn er in die Nähe eines Magneten gebracht wird. Wird der eine Pol eines Magneten gegen das eine Ende eines gehärteten Stahlstabes geführt, so wird er streben die vereinigten Kräfte im Stahlstabe zu trennen, die

ungleichartige an das nächste Ende des Stahlstabes zu ziehen und die gleichartige abzustofsen*). Da aber der Stahl einigen Widerstand gegen die Trennung leistet, so erfolgt nicht eher eine wirkliche Trennung, als bis der Magnet dem Stahlstabe so nahe kommt, dafs die Totalwirkung von jenem stärker ist, als der Widerstand des Stahles. Dann treten die entgegengesetzten Kräfte im Stahlstabe ausser Verbindung mit einander, und nehmen die entgegengesetzten Enden des Stahlstabes ein, und da der Widerstand des Stahles gröfser ist, als das gegenseitige Streben der Kräfte nach Vereinigung, so führt der Stab nach Wegnehmung des Magneten fort sich als Magnet zu zeigen. Wird hierauf des Magneten entgegengesetzter Pol in denselben Abstand gegen den Stahlstab geführt, so stöfst er den ihm gleichartigen Magnetismus vom nächsten Ende des Stabes ab, und zieht den ungleichartigen vom entferntesten Ende an, und da die Totalwirkung des Magneten gröfser ist als der Widerstand des Stahles, so tauschen die magnetischen Kräfte in den äussersten Enden des Stabes ihren Platz, d. h. der Stab vertauscht seine Pole. Hierauf gründet sich die Verfertigung künstlicher Magneten; denn Wirkung in Berührung und Wirkung auf Abstand sind nicht wesentlich verschieden; erstere wirkt nur stärker, weil der Abstand kleiner ist**). Solange also unter einem Versuche der wechselseitige Abstand zweyer Magneten so grofs ist, dafs ihre gegenseitige Totalwirkung auf einander den Widerstand des Stahles nicht überwinden kann, so bleibt die Intensitäts-Scala und die Lage des magnetischen Mittelpunktes unverändert. Im entgegengesetzten Falle vertauscht der schwächere oder weichere Magnet seine Pole, und die Zurückstofsung geht in Anziehung über, falls die gleichartigen Pole sich gegen einander kehren; oder der Intensitäts-Coefficient *m* im näheren Pole des schwächeren Magneten wächst, und der magnetische Mittelpunkt verändert seine Lage,

*) Wohl weifs ich, dafs es keinen solchen Uebergang vom einen Ende des Stabes zum andern giebt, sondern dafs die Differenzirung blos elementar ist; es ist aber leicht, jene Vorstellungsart auf diese richtigere überzutragen.

**) In der Berührung sind es doch nur wenige Theilchen, die einander eigentlich berühren; die übrigen wirken auf Abstand.

wenn die ungleichartigen Pole sich gegen einander kehren. Inzwischen kann der Versuch immer so eingerichtet werden, daſs er ausweiset, wenn diese Wirkung einzutreten anfange. So sieht man aus dem siebenten Versuche S. 163, daſs vom Abstande 5 bis 2,8 die Anziehung und Abstoſsung gleich groſs gefunden wurden (die kleinen Differenzen müssen unvermeidlichen Fehlern in den Abwägungen zugeschrieben werden, da die Abstoſsung bald gröſser, bald kleiner gefunden worden ist, als die Anziehung). Vom Abstande 2,7 bis auf 2,1 sind dagegen die Anziehungen beständig gröſser gefunden worden, als die Abstoſsungen, und das mit steigenden Differenzen; welches also einer Veränderung in der Intensitäts-Scala zugeschrieben werden muſs. Aber wenn der Abstand der Mittelpunkte ist 2,7, so ist der Abstand der nächsten Pole 0,7 der halben Magnetenlänge, also bey diesem Versuche ungefähr $1\frac{1}{2}$ Zoll. Bey den schwächeren Magneten im sechsten Versuche war dieser Unterschied kaum merklich im Abstande 2,4 (wo also der Abstand der Pole ungefähr 1 Zoll war). Es liegt also am Tage, daſs diese Veränderung zuerst in kleinen Abständen eintritt, und daſs sie durch den Versuch selbst entdeckt verden kann*).

Aus dem Gesagten ergiebt sich, daſs die Einwendungen des *Aepinus*, die aus übertriebener Aengstlichkeit herrühren, nichts zu bedeuten haben. Die magnetischen Wirkungen sind so schwach, daſs, wenn sie durch Wägungsversuche untersucht werden sollen, die Abstände sehr klein seyn müssen, falls jene auf diese Weise sollen gemessen werden können. Die Einwendungen des *Aepinus* gründen sich auf Versuchen in kleinen Abständen; aber unter diesen Umständen verändern die Magneten ihren Zustand**). *Mayers* Absehen

*) Beym ersten und zweyten Versuche S. 129 wurde eine ähnliche Veränderung entdeckt und berichtigt, indem während des Versuches die Lage des Magneten beständig verändert ward.

**) Auf dieselbe Weise läſst sich höchst wahrscheinlich der Streit über die Function für die Elementarwirkung der Electricität (ob sie nach Coulomb sich umgekehrt verhalte wie die Quadrate der Abstände, oder nach Simon und Volta umgekehrt wie die einfachen Abstände) erklären. Auch hier hat man die Totalwirkung mit der Elementarwirkung verwechselt, und nicht genugsam den veränderten Zustand der electrischen Körper in kleinen Abständen erwogen. In groſsen Abständen fand Coulomb bey der Torsionsballance das umgekehrte Verhältniſs der Quadrate des Abstandes, in geringeren Abständen Simon bey einem andern Apparat das um

war, seine Theorie auf die magnetischen Erscheinungen der Erde anzuwenden; unsre Magnetnadeln kommen niemals den Magnetaxen der Erde so nahe, dafs die Totalwirkung dieser genug Intensität erhielte, um den magnetischen Zustand gutgestählter Nadeln verändern zu können. Folglich ist nichts weder gegen seine Hypothesen noch seine Verfahrungsart einzuwenden; nur ist es wahrscheinlich, dafs der Intensitätsexponent r nicht ist 1, wie *Mayer* annahm, sondern vielmehr 2 oder 3. Sollten die Einwendungen des *Aepinus* Schuld daran gewesen seyn, dafs die erwähnte Mayersche Abhandlung nicht ans Licht gekommen ist (was ich nicht für unwahrscheinlich halte), so würde es mich freuen, wenn ich durch diese Widerlegung zur Wegräumung dieser Schwierigkeit beygetragen haben möchte.

§. 60. Sechs Jahre, nachdem *Mayers* Arbeit der Göttinger Gesellschaft der Wissenschaften vorgelegt worden war, machte *Lambert* in der *Histoire de l'Ac. Roy. des Sc. à Berlin Ann.* 1766 zwey Abhandlungen unter nachstehender Ueberschrift bekannt: *Analyse de quelques experiences faites sur l'Aiman*, und *Sur la Courbure du Courant Magnetique.* Diese zwey Abhandlungen sind meines Erachtens Meisterstücke des Scharfsinnes sowohl hinsichtlich der Anordnung der Versuche als auch der daraus abgeleiteten Folgerungen, und verdienen aufmerksam von jedem durchgelesen zu werden, der die mathematische Theorie des Magneten studieren will; um so mehr, da sie meines Wissens die einzigen ans Licht gekommenen Untersuchungen über diesen schwierigen Gegenstand sind. Erwähnte Abhandlungen haben mir den Leitfaden in die Hand gegeben, dem ich in vorliegender Untersuchung gefolgt bin, und der, wie ich glaube, der einzige ist, welcher glücklich an das Ende dieses Labyrinthes zu führen vermag. Da *Lamberts* Einleitung zur ersten Abhandlung*)

gekehrte Verhältnifs der einfachen Abstände. Man nehme an, dafs sich die Elementarwirkung umgekehrt verhalte wie die Abstände in der Potenz t, suche mittelst der Integralrechnung die Function für die Totalanziehung oder die Abstofsung etlicher Körper von einer bestimmten Figur (z. B. ein paar Kugeln), untersuche sowohl die Anziehung als Abstofsung dieser in so grofsen Abständen, dafs ihr electrischer Zustand durch die gegenseitige Einwirkung keine Veränderung erleidet, so wird man muthmafslich bey allen Versuchen ein und dasselbe Resultat für den Werth von t finden.

*) S. am angeführten Orte S. 22.

überaus belehrend ist, indem sie ein helles Licht über die Schwierigkeiten verbreitet, welche hier zu überwinden sind, so halte ich es für zweckdienlich, dieselbe hier einzuschalten.

Les Loix, suivant lesquelles la force magnétique varie, sont un de ces objets de la Physique, qui excitent la curiosité autant qu'ils éludent l'attente de celui qui entreprend de les examiner. On sait que la connoissance de ces loix seroit d'une grande utilité pour la navigation, & que la Physique en obtiendroit un lustre & même un accroissement très-considérable. Toutes ces raisons sont plus que suffisantes, & il n'en faudroit pas même autant, pour engager à faire sur cette matiere toutes les recherches qu'elle mérite. Aussi l'aiman n'a-t-il pas manqué d'attirer l'attention des plus grands Physiciens & même celle des Académies, qui sur ce sujet ont proposé plusieurs questions intéressantes, dont au moins quelques-unes ont été très-bien résolues. Je nommerai surtout aussi le célebre Mr. Musschenbroek, qui s'est particulierement appliqué à mettre, pour ainsi dire, l'aiman à toutes les épreuves, pour voir s'il y avoit moyen d'en connoître la nature & les loix, suivant lesquelles il attire & repousse. La Dissertation qu'il a publiée là-dessus, offre des phénomenes fort curieux & très-propres à engager à de nouvelles recherches. On en trouve de même dans l'ouvrage, que Mr. Brugmann vient de publier sur la force magnétique. On loue encore un ouvrage publié en 1759 à Brescia par Mr. Scarella. Et il seroit surtout à souhaiter, que la Société R. des Sciences de Göttingue fit publier les Mémoires qu'elle possede de feu Mr. Mayer, où il doit y avoir de fort belles expériences sur l'aiman & la boussole.

La grande difficulté qu'on rencontre dans ces sortes de recherches, c'est que quand on veut déterminer les loix fondamentales, qui en elles mêmes doivent être très-simples, il faut trouver moyen de simplifier les expériences à un tel point, qu'étant dégagées de toutes les circonstances étrangeres & de tout mécanisme trop compliqué, elles ne présentent que l'effet tout pur de la loi qu'on veut découvrir. Mais cela présuppose, qu'on connoisse ces circonstances & ce mécanisme, & qu'on sache plus ou moins l'influence qu'elles peuvent avoir pour altérer le succès de l'expérience qu'on veut faire. L'aiman nous présente tous ces obstacles. L'un de ses poles attire tandis que l'autre repousse, & l'effet

qui en résulte est toujours mêlé. On peut augmenter le nombre des poles; mais on n'a point encore pu faire, qu'il n'y en ait qu'un seul. Ce seroit cependant là le moyen de connoître son effet pur ou dégagé de l'altération qui provient de l'action toute contraire de l'autre pole. Ensuite, ce n'est pas au pole seul que l'aiman attire, il attire plus ou moins en chaque point de sa surface, avec des forces fort inégales. De là vient que la direction moyenne & la force composée varient d'une façon extrêmement compliquée. Pour parvenir à trouver les premieres Loix, il faudroit pouvoir faire l'expérience pour chaque point isolé. Mais l'expérience ne nous fait voir que la somme qui résulte de l'effet mêlé de tous les points.

A ces difficultés il s'en joint encore plusieurs autres. Car, pour déterminer par des expériences les forces de l'aiman, nous ne pouvons lui présenter que des matieres ferrugineuses ou quelque autre aiman. Or, pour peu que l'expérience dure, le fer que nous approchons de l'aiman pour en être attiré, commence à participer lui-même de la force magnétique, & l'effet qui en résulte commence à en être plus ou moins altéré. Il en est de même si au lieu du fer nous nous servons d'un autre aiman. Ensuite, si les expériences qu'on fait demandent beaucoup de tems, on n'est plus assuré, si l'aiman qu'on employe, conserve sa force invariablement pendant tout le tems que dure l'expérience. Car on sait que la force magnétique, de même que sa direction moyenne, varie d'un moment à l'autre.

Enfin, quoiqu'il soit indubitable que la force de l'aiman & ses variations dépendent de quelques loix générales, il n'est pas si facile de deviner d'avance, quelles sont ces loix. Si nous consultons là-dessus les expériences, elles s'accordent toutes à nous faire voir, que la force de l'aiman s'affoiblit à mesure que la distance augmente. Mais c'est peu de chose de ne savoir que cela. Il s'agit de connoître exactement le rapport qu'il y a entre la force & la distance. Il s'agit de plus de savoir, si ce rapport est le même, quelle que puisse être la position absolue & rélative de l'aiman & de celle du fer, qu'on lui présente pour être attiré. On sait encore que la grandeur & la figure de l'aiman influent très considérablement à varier l'effet de sa force attractive, & que cette force augmente plusieurs fois dès que l'aiman est garni d'une armure.

Ces rapports, qu'il s'agit de trouver entre la masse, la figure, la distance & la force de l'aiman, ne sont pas les seuls qu'il faut chercher. Il reste ensuite encore à déterminer, quel peut être l'effet de l'obliquité d'incidence, puisque nous savons que toute action est plus foible à mesure qu'elle agit plus obliquement. Il est cependant fort à présumer, que l'action oblique de l'aiman sur le fer non aimanté differe de beaucoup de celle qu'il exerce sur le fer aimanté. Le premier sera attiré en telle position qu'il se trouve. L'autre sera attiré fort différemment, & quelquefois même repoussé. De plus, si d'une aiguille non aimantée on vouloit faire une boussole, cette aiguille seroit indifférente pour une position quelconque, sans affecter même de vouloir se tourner vers le Nord. C'est tout autre chose quand elle est aimantée. Elle n'aura point de repos, à moins qu'elle ne se trouve dans la direction du méridien magnétique.

Ce phénomene nous fait voir qu'une aiguille aimantée, de même que toute matiere ferrugineuse, peut toujours être considérée comme exposée à l'action d'un ou de plusieurs gros aimans, qui se trouvent dans les entrailles de la terre. C'est aussi la circonstance la plus simple, dans laquelle une aiguille aimantée puisse se trouver. Car dès qu'on en approche quelque autre aiman, ou quelque matiere ferrugineuse, l'action devient composée, & nous jette dans l'embarras de déterminer ce qui est du à chaque cause séparément.

Mais, en écartant de l'aiguille tout ce qui pourroit en altérer la position, elle ne nous offre que deux phénomenes. L'un c'est d'être en repos, quand elle se trouve dans son méridien magnétique; l'autre c'est de faire des oscillations, aussitôt qu'elle ne se trouve pas dans ce méridien. Ces oscillations nous font voir, que les forces qui agissent sur l'aiguille sont inégales de côté & d'autre, & qu'elles ne sont égales, que lorsque l'aiguille se trouve dans son méridien. Comme par-là elle peut être regardée comme un pendule composé, dont les oscillations sont circulaires, on pourra comparer la durée des oscillations avec l'arc que l'aiguille parcourt; & par-là on pourra parvenir à connoitre quelque rapport entre la force moyenne & sa direction moyenne, entant que cette direction est plus ou moins oblique. On peut encore remarquer que ces oscillations ne se font exactement dans le plan horizontal, que là où l'inclinaison est nulle. Dans tout autre cas les arcs parcourus sont des courbes à double courbure. L'aiguille

d'inclinaison nous indique la raison de ce phénomene. Car elle s'incline le moins quand elle se trouve dans le méridien magnétique; elle baisse davantage à mesure qu'on la tourne vers l'Est ou l'Ouest de ce méridien, & elle devient verticale toutes les fois que sa déclinaison est de 90 degrés. Or l'aiguille de déclinaison n'est horizontale, que parce qu'on lui donne un contrepoids, qui suffit pour la tenir dans la position horizontale aussi longtems que sa force ne varie point, & qu'elle se trouve dans la direction de son méridien. Mais la force, qui sans ce contrepoids l'auroit déprimée, agit plus fortement aussitôt que l'aiguille ne se trouve plus dans la direction de son méridien. Comme donc par-là le contrepoids ne suffit plus, l'aiguille est plus ou moins déprimée. Je rapporte cette circonstance parce qu'il faut y avoir égard, quand on veut tirer quelque conclusion des oscillations de l'aiguille de déclinaison. Mr. Musschenbroek rapporte plusieurs expériences qu'il a faites sur les oscillations de l'aiguille & sur leur durée. Elles ressemblent à la plûpart des autres expériences de ce célebre Physicien, en ce qu'elles ne s'accordent gueres entr'elles, sans qu'on trouve alléguées les circonstances, qu'il faudroit savoir pour rendre raison de la diversité de l'effet. Aussi est-ce une affaire trop sujette à caution que de vouloir comparer la durée des oscillations avec la longueur des aiguilles. Car, avant que d'en venir là, il s'agit d'expliquer, ce que cela veut dire que deux aiguilles d'une longueur inégale, mais douées d'une force magnétique égale. Mais ce n'est pas là ce qu'il y a de plus simple, ni par où il faut commencer. D'abord il vaudra mieux comparer une aiguille à elle-même, en recherchant, si par des expériences bien exactes faites sur ses oscillations on peut parvenir à déterminer la loi de l'obliquité d'incidence. Les petites arcs ne suffisent pas, parce qu'on peut aisément démontrer que les petites oscillations seront à très peu près isochrones, quelle que puisse être cette loi. Car il faudra toujours regarder la force sollicitante comme une fonction du sinus d'incidence, de sorte que ce sinus étant $= x$, *la force soit exprimée par la suite*

$$ax + bx^2 + cx^3 + \&c.$$

laquelle se réduit au premier terme toutes les fois que l'oscillation peut être regardée comme infiniment petite.

Quoique les expériences à faire sur ces oscillations soient fort simples, &

qu'elles puissent servir à connoitre les variations successives de la force magnétique, on voit pourtant par ce que je viens de dire, qu'il est difficile d'en rien déduire pour déterminer la loi de l'obliquité d'incidence. Car, les petits arcs ne suffisant pas pour ce sujet, il faudra en faire parcourir de plus grands à l'aiguille. Par-là on augmente la friction qu'elle souffre en se tournant sur la pointe qui lui sert de pivot ou d'appui; & cette friction ne laisse pas de raccourcir les arcs, & de changer la durée des oscillations.

Lambert beschreibt hierauf einige Versuche, die er mit einem kleinen, fast cubischen Magneten und einer Magnetnadel anstellte, und beweiset daraus, ohne etwas weiter als bekannt vorauszusetzen, als daſs die Wirkung des Magneten in gleichen Abständen gleich groſs ist, ganz befriedigend, daſs *die Gröſse der Wirkung proportionirt ist mit dem Sinus des Einfallswinkels (que l'effet de l'obliquité d'incidence est proportionel au sinus d'incidence).* Er fügt hinzu· *A proprement parler, on pouvoit d'abord douter, si cette obliquité entre en consideration, ou non? Et dans le premier cas il restoit encore indécis, si au lieu du sinus de l'angle d'incidence il ne falloit prendre le rapport du quarré de ce sinus, comme on le fait dans la théorie de la percussion des fluides? L'un & l'autre de ces doutes disparoit après les expériences que je viens de rapporter, de façon que nous voyons qu'il faut établir le rapport simple & direct des sinus d'incidence, & que par-là même on ne sauroit considérer l'action de la matiere magnétique sur le même pied que l'on considere la percussion des fluides, mais qu'il faut plutôt la traiter sur le pied d'une simple pression. Observons encore que l'aiguille étant mobile sur son pivot comme sur un point d'appui, la force magnétique agit sur elle comme sur un levier. Et comme c'est sur ce pied qu'il faut considérer son état d'équilibre, on voit que le sinus de l'obliquité de l'action entre nécessairement dans le calcul. Ainsi, si cette action devoit être traitée sur le même pied que la percussion des fluides, il est clair qu'à ce rapport simple des sinus il faudroit encore joindre le quarré des sinus*).*

Hierauf demonstrirt er, aber, wie mir scheint, minder genügend, aus

*) Aus dieser Darstellung ist zu ersehen, daſs **Lamberts** ganze Demonstration abzweckt, etwanige Einwendungen von Seiten der Anhänger der Cartesianischen Wirbel abzuwehren.

demselben Versuche, *daſs die Elementarwirkung sich umgekehrt verhalte wie die Quadrate der Abstände.*

In der zweyten Abhandlung untersucht *Lambert* die Eigenschaften der *magnetischen Curve*, welche er, muthmaſslich um den Anhängern der Wirbel zu gefallen, *courbes du courant magnétique**) nennt. Hierauf schreitet er zu einem Versuche, welcher im Wesentlichen dem achten Versuche (§. 45) gleichet, ausser daſs er den Magneten AB (Fig. 37) um den Mittelpunkt P so lange drehet, bis der Winkel bND$(x) = 0°$ wird, d. h. bis die Magnetnadel im magnetischen Meridiane MD**) ruhet, worauf er die Gröſse der Winkel MNC und NCB oder NCA für verschiedene Punkte der Peripherie MCF aufzeichnet, und denselben Versuch in verschiedenen Kreisperipherien um den Punkt N wiederholt. Durch die Anordnung dieses Versuches hat *Lambert* die Lage der Nadel gegen den Magneten gefunden, unabhängig von den magnetischen Kräften der Erde; denn die Einwirkung dieser auf die Nadel ist $= 0$, weil sie sich im magnetischen Meridiane in Ruhe befindet. Mit Hülfe der Winkel MNC und NCA construirt er hiernächst eine Art *trajectorischer* oder *isogonischer* Linien um den Magneten, welche nur darin den isogonischen Linien in Fig. 20 unähnlich sind, daſs in *Lamberts* isogonischen Linien die Nadel einen beständigen Winkel mit der Linie CN (Fig. 37) macht, welche die Mittelpunkte des Magneten und der Nadel verbindet, in den Linien Fig. 20 hingegen die Nadel einen beständigen Winkel mit dem Perpendikel NG (Fig. 37) auf des Magneten Axe bildet***). Mittelst dieser Linien construirt *Lambert* eine andere Art trajectorischer Linien, welche gerade dieselben sind, wie die Linien Cvii, Cviii, Cix u. s. w. (Fig. 20 und 22 §. 25),

*) S'il y a un semblable courant, sagt er, la dénomination sera juste au pied de la lettre, & s'il n'y en a point, la nature algébrique de ces courbes n'en souffre aucun changement. Je pourrois ajouter: in verbis simus faciles. En effet ce n'est pas le nom, qui fait ici la difficulté. Quelque nom qu'on donne à ces courbes, il ne nous en fait pas connoître la nature & l'équation.

**) Im achten Versuche trifft dieses z. B. ein für MC $= 60°$, wenn NCB $=$ u etwas über 100° (ungefähr 107°) ist, also NCA $= 73°$.

***) Meine Linien sind weit einfacher und gewähren eine leichtere Construction der folgenden Trajectorien.

in welchen die Nadel beständig nach einem gewissen Punkte VII, VIII, IX u. s. w. in der Axe convergirt; und endlich werden mit Hülfe dieser die magnetischen Curven auf dieselbe Weise wie in §. 26 construirt.

Um diese durch die Erfahrung gefundenen krummen Linien mit der Theorie zu vergleichen, geht *Lambert* zum Suchen einer Gleichung für den Winkel ω (§. 19) über, und bemerkt desfalls (Seite 71), daſs, wenn man die Wirkung der Theilchen in des Magneten einer Halbaxe als positiv betrachtet, man die Wirkung der Theilchen in der andern als negativ betrachten müsse. Da nun der Uebergang vom Positiven zum Negativen durch o geschieht, so scheint zu folgen, daſs die Intensität jedes Theilchens abhängig sey von dessen Abstande vom Mittelpunkte, und daſs sie, wenn auch nicht mit dem einfachen Abstande, doch mit einer solchen Function proportionirt sey, welche positiv oder negativ wird, je nachdem man den Abstand vom Mittelpunkte nach dem einen oder dem andern Pole hin rechnet*), und welche o im Mittelpunkte selbst wird. Ferner ist die Lage der Nadel abhängig vom Sinus des Einfallswinkels, oder desjenigen Winkels, unter welchem jedes Theilchen des Magneten auf dieselbe wirkt, und endlich vom gegenseitigen Abstande der auf einander wirkenden Theilchen. Er fügt hinzu:

Si donc les circonstances qui peuvent modifier l'action de l'aiman sur l'aiguille, se réduisent à ces trois que je viens de rapporter, il s'en faut peu qu'elle ne se soumette entierement au calcul. Car, pour ce qui regarde l'obliquité de cette action, elle est en raison simple & directe du sinus. Et pour ce qui est des distances, l'effet de chaque particule de l'aiman sur chaque particule de l'aiguille est en raison de la force absolue de ces particules, & en raison ré-

*) Dem gemäſs sollte der Intensitäts-Exponent r nicht können seyn = 2, sondern entweder 1 oder 3, und alle übrigen Exponenten in der Intensitätsreihe ungerade Zahlen. Wohl wahr, daſs die Intensitäts-Curve nur in letzterem Falle negative Ordinaten erhalten könne, wenn x einen negativen Werth bekommt; aber es däuchte mir nicht einleuchtend, daſs man mit Sicherheit die Anschauung geometrischer Raumverhältnisse auf physische Kräfte anwenden könne. Ich hoffte, die Versuche würden diese Sache mit Bestimmtheit entscheiden; und obgleich die bisher angestellten dieselbe noch nicht ganz ins Reine gebracht haben, so habe ich doch noch keinesweges die Hoffnung aufgegeben, durch andre Versuche auf eine überzeugende Weise den Werth von r zu bestimmen.

ciproque du quarré de la distance. Car, outre que chaque force qui se répand en raison des surfaces, s'affoiblit dans le même rapport qu'elle se distribue, j'ai fait voir dans le Mémoire précédent, que la force magnétique en particulier s'assujettit également à cette loi. Il ne reste donc que la force absolue de chaque particule, qui croît à mesure que la particule est plus près des poles. Mais il faudroit mieux connoître le mécanisme des forces magnétiques, si l'on vouloit déterminer dans quel rapport elle varie à l'égard de sa position, ou de sa distance des poles, ou du milieu de l'aiman. Cependant, comme en admettant l'expérience, cette variation peut être regardée comme une fonction de la distance de chaque particule du milieu de l'aiman, & comme alors c'est la seule inconnue qui entre dans le calcul, elle pourra être déterminée de cette façon a posteriori. Ou bien en admettant en forme d'hypothese une loi quelconque, il y aura moyen de voir si elle satisfait aux expériences, ou non? Dans le premier cas, elle sera celle que la Nature observe; au cas contraire, il faudroit en chercher une autre.

Ce n'est donc pas là ce qui embarrasse. Mais la difficulté revient à la prolixité des formules qu'il faut calculer & comparer avec l'expérience. Car, l'aiman, aussi bien que l'aiguille, ayant trois dimensions, elles demandent six intégrations avant qu'on puisse parvenir à définir l'état d'équilibre, & ces intégrations étant faites, il en faut une septième pour en déduire l'équation pour la courbure du courant magnétique. Cependant, si l'aiguille est regardée comme infiniment petite, ces intégrations se réduisent à quatre; & elles se réduiront à trois, ou même à deux, si l'aiman n'a presque point d'épaisseur, ou si encore la largeur est peu considérable.

Er nimmt darauf an, die Intensität jedes Theilchens sey in einfachem und geradem Verhältnisse des Abstandes desselben vom Mittelpunkte des Magneten, die Nadel sey unendlich klein, und der Magnet sey parallelepipedalisch ohne merkliche Dicke, und sucht aus diesen Voraussetzungen eine Gleichung für den Winkel ω. Aber da diese Gleichung zu unbehandelbar scheint, um daraus eine Gleichung für die magnetische Curve abzuleiten, nimmt er den Magneten als lineär an, und findet dann die Formel α §. 19 I. Da die in dieser Gleichung vorkommenden transcendenten Gröſsen sie auch

zu ungeschmeidig machen, um daraus eine Gleichung für die magnetische Curve abzuleiten, so findet er diese aus dem Winkel ω mittelst einer Construction, welche der oben beschriebenen gleicht. Bey einer Vergleichung der mittelst des Versuches und der nach der Theorie construirten Curven sieht man, daſs die Unterschiede höchst unbedeutend sind.

§. 61. Nach dem *Lambert* kenne ich keinen, welcher sich vor *Coulomb* mit Untersuchung der Wirkungsgesetze des Magneten befasset hätte. Durch ein neues von ihm selber erfundenes Instrument, die sogenannte *Drehungs-Wage (balance de torsion)* bewies er *(Mem. de l'Ac. 1785)* I.) daſs die Kraft der Drehung, welche nöthig ist, um eine Magnetnadel in irgend einer Distanz von ihrem Meridiane zu erhalten, sehr genau dem Sinus des Winkels, welchen die Richtung der Nadel mit diesem Meridiane macht, proportionirt ist, oder nach *Lamberts* Art sich auszudrücken, *daſs die Gröſse der Wirkung dem Sinus des Einfallswinkels proportionirt ist*, welches letzterer schon auf eine andere Weise dargethan hatte.

Hierauf bewies er II.) *daſs sich die Elementarwirkung umgekehrt verhalte, wie die Quadrate des Abstandes (Mem. de Paris 1786).* Dieses Gesetz ward durch folgende Versuche gefunden: Er magnetisirte zwey Stahldräthe von 24 Zoll Länge und 1 Linie Dicke, legte den einen horizontal in die Drehungswage, und stellte den andern vertikal in des ersteren magnetischen Meridian dergestalt, daſs die gleichnamigen Pole, falls keine Abstoſsung erfolgt war, einander in einem Abstande von 10-12 Linien von den Endpunkten beider berühren würden. Der horizontale Drath wurde 24° vom Meridiane weggestoſsen; dadurch, daſs man dem Aufhängungsdrathe 3 Umdrehungen gab, brachte er diesen Repulsionswinkel auf 17° hinab, und durch 8 dem Drathe gegebene Umdrehungen auf 12°. Hieraus findet *Coulomb*, daſs sich die Repulsion umgekehrt verhalte wie die Quadrate der Abstände.

Coulomb untersuchte hierauf III.) *das Verhältniſs der dirigirenden Kräfte, welche Magnetnadeln von verschiedenen Dimensionen, aber von einerley Natur, wenn sie bis zur Sättigung magnetisirt worden sind, zum magnetischen Meridiane zurückbringen.* (Siehe *Greens* neues Journal der Physik, 2 Band S. 306). Er legte die zur Sättigung magnetisirte Nadel von Englischem Stahldrathe in

den Aufhängebügel der Drehungswage, drehte bey allen Versuchen den Aufhängungsdrath, bis die Richtung der Nadel einen Winkel von 30° mit dem magnetischen Meridiane machte, und beobachtete den Drehungswinkel. Hierauf schnitt er die Nadel nach und nach kürzer, magnetisirte sie jedes Mal zur Sättigung, und beobachtete für jedes Mal den Drehungswinkel, der sie bis 30° von ihrem Meridiane zurückhielt. Er fand, dafs, wenn die Nadel 12 Zoll lang war, der Drehungswinkel 11,5 Grad war, und dafs er für jeden *Zoll*, um welchen die Nadel kürzer, 1 Grad kleiner wurde; für die Längen 1, $\frac{1}{2}$ und $\frac{1}{4}$ Zoll fand er die Gröfse des Drehungswinkels 0,35, 0,07 und 0,02*) Grad, d. i *dafs für kleine Nadeln die Momente sich verhalten wie die Quadrate der Längen der Nadeln.* Das Gewicht des hierzu gebrauchten Stahldrathes war 38 Gran der Fufs.

Bey einem andern Stahldrathe, dessen Gewicht 865 Gran war, bey 1 Fufs Länge und einem Durchschnitte von fast 2 Linien, fand er, dafs, *wenn* die Länge 18 Zoll war, es einer Drehung von 288° bedurfte, um ihn 30 Grade vom Meridiane zurückzuhalten; wie auch, dafs jede Verminderung von 1 Zoll in der Länge der Nadel eine Abnahme des Momentes der dirigirenden Kraft von $19\frac{2}{3}$ Grad verursachte. Von $4\frac{1}{2}$ Zoll bis $\frac{1}{2}$ Zoll Länge richteten sich auch hier die Momente der dirigirenden Kräfte sehr genau nach den Quadraten der Nadellängen.

IV. Endlich untersuchte *Coulomb* die Intensität in verschiedenen Punkten einer Magnetnadel auf folgende Weise: In einem ungesponnenen Seidenfaden *sc* (Fig. 43) hängte er horizontal eine kleine magnetisirte Stahlnadel *ab* von

*) Wie Coulomb diesen Drehungswinkel gefunden habe, ist schwer einzusehen. Er sagt: "Bey den Versuchen habe ich mich zur Aufhängung hauptsächlich des Kupferdrathes von No. 12 bedient, des feinsten, der im Handel zu haben ist; und dann eines noch weit feineren Silberdrathes, dessen Stärke der Drehung, bey gleicher Länge, nur $\frac{1}{10}$ von derjenigen des Kupferdrathes ist. Durch Division des durch die Erfahrung gefundenen Drehungswinkels durch 30, hat man die Resultate auf die Anzahl der Grade zurückgebracht, welche beobachtet worden wären, wenn man sich des Kupferdrathes von No. 12 bedient hätte." Man bekommt also die durch den Versuch gefundenen ursprünglichen Werthe des Drehungswinkels durch Multiplication der obigen Zahlen mit 30, welches für letzteren Winkel giebt $0{,}02 \times 30 = 0{,}6 = \frac{2}{3}$ Grad, eine Gröfse, welche sich kaum am Drehungs-Mikrometer ablesen läfst.

2 Linien Länge und $\frac{1}{4}$ Linie Durchmesser auf; unten daran befestigte er mit etwas Wachs unter einem rechten Winkel einen kleinen kupfernen Cylinder von 2 Linien im Durchmesser und 1 Zoll Länge. In einem Abstande von 2 Linien von der Spitze der Nadel stellte er vertikal einen zur Sättigung magnetisirten Stahldrath BA von 2 Linien Durchmesser und 27 Zoll Länge, liefs die Nadel vor verschiedenen Punkten M dieses Stahldrathes schwingen, und zeichnete die Anzahl der Schwingungen in 60″ auf. *Coulomb* nahm nun an, daſs die Intensität in den verschiedenen Punkten des Stahldrathes proportionirt war mit den Quadraten dieser Schwingungszahlen, und construirte darnach eine krumme Linie, welche die Intensitätsscala vorstellen sollte. Er fand, daſs die Intensität vom Pole nach dem Mittelpunkte hin stark abnahm, dergestalt, daſs sie in einem Abstande von $4\frac{1}{2}$ Zoll vom Endpunkte des Stahldrathes fast unmerklich war. Ferner fand er in einem Stahldrathe von demselben Diameter, aber 10 Zoll Länge, in den 3 ersten Zollen von den Endpunkten fast genau dieselbe Intensität, wie in den 3 ersten Zollen des 27 Zoll langen Stahldrathes, und endlich ebenfalls an den Enden eines 5 Zoll langen Stahldrathes von demselben Durchmesser bis zu 5 Linien von diesen Enden sehr genau denselben Grad der Thätigkeit wie in den zwey vorhergehenden. Hierdurch machte *Coulomb* die wichtige Entdeckung, daſs *bey Stahldräthen von einerley Durchmesser, welche dieselbe Härtung haben und zur Sättigung magnetisirt sind, die Intensitäten in den Endflächen gleich groſs, wenn gleich die Längen verschieden sind.*

Unterdessen entdeckte *Coulomb*, daſs die durch diesen Versuch gefundene Intensitätsscala nicht die wahre seyn könnte, indem er erfuhr, daſs die kleine Nadel unter dem Versuche ihren magnetischen Zustand veränderte, ja sogar plötzlich ihre Pole umkehrte, wenn der Stahldrath vor dem andern Ende der Nadel in der Entfernung von ein paar Linien gehalten wurde. Er wählte deshalb zu diesem Versuche eine längere Nadel von 3 Linien Durchmesser und 6 Linien Länge, und stellte den Stahldrath in einem Abstande von 8 Linien vom nächsten Ende der Nadel. Die mittelst dieses Versuches gefundenen Schwingungen hat *Coulomb* nicht angeführt, sondern blos an der von ihm construirten Intensitätsscala die aus jenen durch Rechnung gefundenen Intensitäten

bemerkt. Die übrigen von *Coulomb* angestellten wichtigen Versuche über den Grad der Härtung, durch welchen der Stahl des gröfsten Magnetismus empfänglich wird, über die beste Form der Nadel u. s. f. werden hier der Kürze halben mit Stillschweigen übergangen.

In Betreff dieser Coulombschen Untersuchungen erlaube ich mir folgende Bemerkungen. Im Allgemeinen wäre zu wünschen, dafs man die Coulombschen Resultate durch einen andern Apparat bestätigt finden möchte, wodurch die magnetischen Kräfte mit einer weniger verborgenen Kraft (wie sich der geheime Oberbaurath *Simon**) ausdruckt), als der Drehung des Drathes verglichen würden. Da inzwischen das erste von *Coulomb* aufgestellte Gesetz vollkommen mit demjenigen übereinstimmt, was *Lambert* auf eine ganz andere Weise zuvor bewiesen hatte, so scheint von dieser Seite nichts eingewendet werden zu können.

Anlangend das zweyte Gesetz (die Function für die Elementarwirkung), so streitet die Anordnung des Versuches, wodurch es gefunden ist, ganz mit den von *Lambert* aufgestellten Grundsätzen, indem eine Total-Zurückstofsung als Elementarwirknng betrachtet ist. Zwar sucht *Coulomb* zu zeigen, dafs diese Verfahrungsart in diesem Falle keinen merklichen Fehler mit sich führen könne; aber solange man nicht durch eine strengere Untersuchung bewiesen hat, *wie weit* man auf diese Weise fehlen könne, und in *welchen Abständen* der Fehler sich zu zeigen anfange, so scheint noch über diesem Versuche eine Dunkelheit zu ruhen, die man aufgehellet wünschen möchte. Die Art, wie dieses Gesetz oben in §§. 5, 6, 7 bewiesen worden, ist meines Verhoffens ganz und gar genügend.

Die dritte Coulombsche Untersuchung zeigte, dafs das Drehungsmoment bey langen Nadeln von demselben Durchmesser in demselben Verhältnisse abnähme, wie die Nadeln kürzer würden, und dafs bey kurzen Nadeln dieses Moment sich verhalte wie das Quadrat der Längen der Nadeln. Von dem ersteren dieser Resultate können wir hier keinen Gebrauch machen, theils weil Magneten von so grofser Länge ausserhalb der Grenzen der gegenwärtigen Unter-

*) Siehe Gilberts Ann. d. Phys. 28 B. S. 278.

suchung liegen, theils weil dieses Resultat erst einer analytischen Untersuchung unterworfen werden müſste, ehe man daraus etwas zur Aufklärung der Natur der Intensitätscurve ableiten könnte. Aus letzterem Resultate können wir hingegen folgende Schlüsse ziehen. Wenn die Nadel so kurz ist, daſs man die Intensität in jedem Durchschnitte, dessen Abstand vom Mitttelpunkte ist $= x$, durch die Formel $i = mx^r$ ausdrücken kann, so wird, wenn des Drathes halber Durchmesser ist $= c$, das Moment dieses Durchschnittes $= \pi c^2 m x^{r+1} dx$, und die Summe aller dieser Durchschnittsmomente vom Mittelpunkte zum Abstande $x = \pi c^2 m \int x^{r+1} dx = \frac{\pi c^2 m}{r+2} . x^{r+2}$. Wird die halbe Länge der Nadel gesetzt $= l$, so wird folglich das ganze Drehungsmoment der Nadel $= \frac{2\pi c^2 m}{r+2} . l^{r+2}$. Auf dieselbe Weise findet man für eine andere Nadel von derselben Dicke, deren Länge ist $= L$ und die Intensität $= M$, das Moment $= \frac{2\pi c^2 M}{r+2} . L^{r+2}$. Diese Momente verhalten sich nach *Coulombs* Versuchen wie die Quadrate der Längen der Nadeln, also

$$\frac{2\pi c^2 m}{r+2} . l^{r+2} : \frac{2\pi c^2 M}{r+2} . L^{r+2} = l^2 : L^2, \text{ d. i. } ml^r = ML^r.$$

Aber ml^r und ML^r drücken die Intensitäten in den Endflächen aus, also ist *bey cylindrischen Magneten von verschiedener Länge aber einerley Dicke, welche zur Sättigung magnetisirt sind, die Intensitäten der Endflächen gleich groſs.* Dieses Gesetz, welches *Coulomb* durch directe Versuche (IV.) fand, enthält also den Grund des in No. III. gefundenen Resultates, daſs bey kurzen Nadeln die Momente sich verhalten wie die Quadrate der Nadellängen. Da $ml^r = ML^r$, so ist $m : M = L^r : l^r$, d. i. *bey Nadeln von einerley Durchmesser, welche zur Sättigung magnetisirt sind, und deren Länge nicht mehr ist als 20-30 Mal gröſer als der Diameter, verhalten sich die Intensitäten in gleichem Abstande von den Mittelpunkten umgekehrt wie die rten Potenzen der Längen.*

Das Gewicht des bey dem ersten Versuche gebrauchten Stahldrathes war 58 Gran der Fuſs, des bey dem zweyten Versuche gebrauchten hingegen 865 Gran; also war das Verhältniſs zwischen ihren Diametern oder Ra-

dien $= 1 : \sqrt{\frac{865}{38}} = 1 : 4,77$. Nun fand *Coulomb* durch oberwähnte zwey Versuche

		3	1	$\frac{1}{2}$
für die Längen		3	1	$\frac{1}{2}$
die Momente in	Versuch 1.	2,30	0,35	0,07
	Versuch 2.	13,00	1,46	0,32.

Werden die Momente im zweyten Versuche mit den Momenten im ersten Versuche dividirt, so bekommt man die Quotienten 5,65, 4,17 und 4,57 oder im Mittel 4,79. *Bey kurzen cylindrischen Magneten von einerley Länge scheinen sich also die Momente wie die Diameter zu verhalten*).* Wofern alle Theilchen der gleichliegenden Durchschnitte in beiden Dräthen einerley Intensität gehabt hätten, müfsten sich die Momente wie die Menge der Theilchen verhalten, d. i. wie die Gröfse der Durchschnittsflächen, folglich wie die Quadrate der Diameter. Die Intensität in einem dickeren Drathe mufs also kleiner seyn als in einem dünneren, und es scheint glaublich, *dafs die Intensität homologer Theilchen in kurzen cylindrischen Magneten von einerley Länge, aber verschiedenen Diametern sich umgekehrt verhalten wie die Diameter.*

Bey der vierten Coulombschen Untersuchung finde ich folgendes zu bemerken. Damit die über und unter dem Punkte M (Fig. 43) des Drathes AB liegenden Theilchen keinen merklichen Einflufs auf die Schwingungen der Nadel *ab* haben möchten, hängte *Coulomb* letztere dem Drathe AB so nahe, dafs der Abstand aM nur 2 Linien war. Aber er fand, dafs dadurch der magnetische Zustand der kleinen Nadel allmählich verändert wurde, je nachdem die folgenden Punkte des Stahldrathes AB gröfsere oder kleinere Intensität hatten. Um dies zu vermeiden, wählte er eine Nadel von 6 Linien Länge, welche dergestalt aufgehängt ward, dafs der Abstand ihres nächsten Endpunktes *a* vom Drathe M 8 Linien war. Aber wenn der Abstand so grofs ist, wirken zugleich die über und unter der Nadel sich befindenden Theile MB und MA des Drathes BA dermafsen, dafs die Schwingungen nicht länger als einzig vom Punkte M bewirkt angesehen werden können. Ueberdies treten hier-

*) Bey längeren Nadeln findet dieses Verhältnifs nicht mehr Statt; so fand sich bey 12 Zoll Länge des dünneren Drathes Moment = 11,5, des dickeren = 172,0. Letzteres Moment ist etwa 15 Mal gröfser als erste[res].

bey folgende Schwierigkeiten ein: 1) Der Aufhängungsdrath *ec* wird nicht länger vertikal hangen, wenn die Nadel *ab* der Wirkung des Stahldrathes AB ausgesetzt wird; je gröſser die Intensität des Punktes M ist, desto kleiner wird der Abstand aM werden, und die Schwingungen der Nadel werden also in der Nähe der Pole B und A schneller werden, als sie werden würden, falls der Mittelpunkt der Nadel unveränderlich in *c* verbliebe. 2) Die Pendeltheorie setzt Kräfte voraus, welche in *parallelen Richtungen* wirken; dies findet hier nicht Statt. M (Fig. 44) sey der Durchschnitt des Stahldrathes AB (Fig. 43); *ab* sey die Nadel, deren Länge 6 Linien war, *rm* ihr magnetischer Meridian. Da der Abstand Mm in diesem Versuche war 8 Linien (also Mc = 11 Linien) und *ca* = *cb* = 3 Linien, so findet sich, wenn der Elongationswinkel Mca der Nadel z. B. gesetzt wird = 40°, der Winkel cMa = 12° 30′, der Winkel bMc = 11° 45′; also wirkt M auf den Endpunkt *a* unter einem Winkel von 52° 30′, und auf den Endpunkt *b* unter einem Winkel von 28° 15′. 3) Die Pendeltheorie setzt voraus, daſs die sollicitirende Kraft während der ganzen Schwingung auf jeden Punkt des schwingenden Körpers mit *unveränderter Intensität* wirkt. Dieses findet hier auch nicht Statt. Wenn der Endpunkt *a* der Nadel in *m* ist, so ist sein Abstand von M oder Mm = 8 Linien; wenn die Elongation ist = 40°, wird der Abstand Ma = 8,909 Linien, und da die Wirkung sich umgekehrt verhält wie die Quadrate der Abstände, so verhält sich die Wirkung in *m* zur Wirkung in *a* wie 1 : 0,806. Dasselbe gilt auch von allen andern Punkten der Nadel. Selbst die absolute Intensität des Endpunktes *a* muſs während der Schwingung zugleich mit den veränderten Abständen wechseln (doch ist diese Veränderung wahrscheinlich höchst unbedeutend). Es kommt mir also vor, als könne man nicht mit Sicherheit die Pendeltheorie auf diese Versuche anwenden, und als bedürfe folglich die von *Coulomb* construirte Intensitätscurve einer genaueren Untersuchung. Schade ist es auch, daſs *Coulomb* nur Magneten von einer so groſsen Länge untersucht hat, daſs es in ihnen nicht länger angeht die Intensitätscurve durch die Gleichung $i = mx^r$ auszudrücken.

Möglich ist es, daſs die hier an der Coulombschen Verfahrungsart gerügten Unvollkommenheiten keine bedeutenden Folgen haben, oder daſs sie sich

gegenseitig aufheben. Inzwischen scheint es mir, als dürfe man sich in den sogenannten exacten Wissenschaften nicht eher eine minder vollkommene Verfahrungsart erlauben, als bis man strenge Rechenschaft geben kann, in wie weit sie zu Fehlern verleitet, und in welchem Grade sie für eine brauchbare Approximation angesehen werden kann. Um zur Hebung dieser Zweifel beyzutragen, habe ich obige Bemerkungen niedergelegt, und schliefse dieselben damit, dafs ich *mutatis mutandis* die Worte des *Aepinus* über *Mayern* in obberegtem *examen theoriae magneticae* auf den gegenwärtigen Fall anwende: *fateor me valde dubitare de veritate legum istarum a Celeberr. Mayero assumtarum, cumque uberior dubiorum meorum declaratio plurimum ad dilucidandam magnetis naturam facere posse videatur, tradere ipsam Academiae operae pretium duxi, quod quidem dum facio, detrahere meritis Illustris viri animus non est, neque aliter acturus sum cum ipso, quam ut mecum agant alii naturae scrutatores, expecto.*

Der durch so viele gelungene Arbeiten in der Physik und Astronomie rühmlichst bekannte *Biot* hat in seinem *traité de Physique, 3me Vol.* aufs neue diese Coulombschen Versuche bearbeitet, und selbige unter einer strengeren mathematischen Form dargestellt.

Sechstes Hauptstück.

Anwendung der Theorie des Magneten auf die Theorie der magnetischen Abweichung und Neigung, wie auch der magnetischen Kräfte (Intensität) an einem gegebenen Orte der Erde, dessen geographische Lage bekannt ist.

---

§. 1. In jedem Magneten giebt es einen Punkt, wo die entgegengesetzten Kräfte gleich groſs sind, und der folglich keinen Magnetismus (Anziehung oder Abstoſsung) zeigt. Wir wollen ihn den *Mittelpunkt der Kräfte (centrum virium)* nennen. Bequemer hieſse er der *Indifferenzpunkt*, wenn diese Benennung nicht schon eine andere Bedeutung hätte. Dieser Punkt liegt nicht immer in gleicher Entfernung von den Endpunkten des Magneten. Denjenigen Punkt in einem lineären Magneten, welcher ihn in 2 gleich groſse Theile theilt, wollen wir zum Unterschied von jenem des Magneten *mathematischen Mittelpunkt (centrum mathematicum)* nennen. Der Mittelpunkt der Kräfte theilt den Magneten in 2 *Halbaxen (semiaxes)*, die also nicht nothwendig gleich groſs sind. Ein körperlicher Magnet (mit 3 Dimensionen) wird durch eine Fläche in 2 Halbmagneten mit entgegengesetzten Kräften getheilt; diese Fläche wollen wir den *magnetischen Aequator (aequator magneticus)* nennen, wobey wir zugleich die Verlängerung dieser Fläche ins Unendliche verstehen wollen.

§. 2. Linie $\alpha\beta$ (Fig. 45) sey eine Magnetaxe in der Erde; verlängert man sie nach beiden Seiten, bis sie die Oberfläche der Erde in den Punkten B und A schneidet, so wollen wir Linie BA die *magnetische Sehne (chorda magnetica)*, und ihre Endpunkte B und A *eingebildete Magnetpole (poli fictitii)* nennen. Es ist möglich, daſs der Mittelpunkt dieser Sehne γ, der mathematische Mittelpunkt der Magnetaxe und der Mittelpunkt der Kräfte 3 verschiedene Punkte sind; inzwischen nehmen wir bis aufs weitere an, daſs diese 3 Punkte in dem Mittelpunkte der Sehne γ zusammenfallen.

§. 3. Kreis EBFA sey ein gröfster Kreis durch der Erde Mittelpunkt C und die Magnetsehne AB. Eine Linie $C\gamma$ in diesen Kreis von der Erde Mittelpunkt C bis zu der Magnetsehne Mittelpunkt γ, steht also lothrecht auf der Magnetsehne, und misset die Entfernung der Magnetsehne vom Mittelpunkte der Erde oder deren *Excentricität (excentricitas)* aus. Also wird die halbe Magnetsehne $A\gamma = \sqrt{AC^2 - \gamma C^2}$ und die ganze magnetische Sehne $AB = 2\sqrt{AC^2 - \gamma C^2}$ oder $AB^2 = EF^2 - 4\gamma C^2$.

§. 4. Der *magnetische Aequator (aequator terrae magneticus)* ist ein gröfster Kreis der Erde, perpendikulär auf die Magnetsehne AB; er geht also sowohl durch den Mittelpunkt der Magnetsehne als der Erde (vorausgesetzt, dafs die 3 Mittelpunkte zusammenfallen).

Linie *ab* sey ein Diameter der Erde parallel mit der Magnetsehne AB; sie steht also senkrecht auf dem magnetischen Aequator, und die Punkte *a* und *b* sind des *magnetischen Aequators Pole (poli aequatoris magnetici)*. Wenn Magnetsehne AB nicht durch der Erde Mittelpunkt geht, so sind die eingebildeten Magnetpole A und B verschieden von den Polen des magnetischen Aequators *a* und *b*, und ihre Entfernung davon $Bb = Aa$ ist ein Bogen eines gröfsten Kreises, dessen Sinus gleich ist der Excentricität $C\gamma$, wenn der Erdradius gesetzt wird $= 1$.

§. 5. Der Erde *magnetischer Diameter (diameter magneticus)* ist der Diameter EF, welcher durch den Mittelpunkt der Magnetsehne geht. Diese Linie liegt im magnetischen Aequator und bezeichnet da die Punkte E und F, welches feste Punkte sind. Punkt E ist von allen Punkten auf der Erdoberfläche derjenige, welcher die gröfste Entfernung vom Mittelpunkte der Magnetsehne hat, Punkt F derjenige, welchem die kleinste zukommt; man nenne ersteren des magnetischen Diameters *apocentrischen*, letzteren dessen *pericentrischen* Endpunkt *(punctum apocentricum et pericentricum)*.

§. 6. Jeder ebene Durchschnitt der Erde, welcher zugleich durch die Magnetsehne geht, heifse ein *magnetischer Meridian (meridianus magneticus)*. Jeder Ort hat seinen. Sie sind alle kleineKreise, ausgenommen Meridian EBFA, welcher durch die Endpunkte des magnetischen Diameters geht; dieser heifse der *erste magnetische Meridian (meridianus magneticus primus)*. AeB sey ein

magnetischer Meridian; er ist immer lothrecht auf den magnetischen Aequator, und wird von demselben in 2 gleich große Theile getheilt; *e* sey dessen Durchschnittspunkt mit dem magnetischen Aequator, Ee der Bogen des magnetischen Aequators, der zwischen demselben und dem ersten Meridiane liegt. Dessen Lage gegen denselben läſst sich bestimmen entweder *a)* durch Winkel Eγe, welchen er mit dem ersten Meridian bildet, oder *b)* durch den Bogen Ee, oder *c)* durch den sphärischen Winkel EAe. Wenn eines dieser 3 Dinge gegeben ist, so lassen sich die andern daraus berechnen.

Im ersten Meridiane finden sich sowohl die eingebildeten Magnetpole A und B, als die Pole des magnetischen Aequators *b* und *a*, und die Endpunkte des magnetischen Diameters E und F. Er ist nur bestimmt, wenn die verlängerte Magnetaxe eine Sehne ist; ist sie ein Diameter, so ist kein Meridian der erste. Er wird von den Polen in 2 ungleiche Theile AFB und AEB getheilt.

§. 7. Jeder ebene Durchschnitt durch des magnetischen Aequators Axe heiſse ein *magnetischer Vertikalkreis (circulus verticalis magneticus).* Jeder Ort hat seinen; sie sind alle gröſste Kreise. Wenn die Magnetaxe keine Excentricität hat, werden die magnetischen Meridiane zugleich Vertikalkreise.

§. 8. Ein gröſster Kreis durch die Pole der Erde und des magnetischen Aequators heiſse die *magnetische Polarcolure (colurus magneticus polaris)*; ein gröſster Kreis durch beide Endpunkte des magnetischen Diameters heiſse die *magnetische Diametralcolure (colurus magneticus diametralis).* Die Punkte B und A (Fig. 46) seyen Endpunkte der magnetischen Sehne, *b* und *a* des magnetischen Aequators Pole. Durch diese 4 Punkte werde der gröſste Kreis bBAa gelegt, welcher der erste magnetische Meridian (§. 6, Fig. 45) wird; halbiret man den Bogen BA in F, so wird Punkt F der pericentrische Endpunkt des magnetischen Diameters. P und p seyen die Erdpole, so wird der gröſste Kreis PNpM, welcher durch die Pole der Erde P und p und durch die Pole des magnetischen Aequators *a* und *b* geht, die *Polarcolure*, und der gröſste Kreis PFp, welcher durch die Pole der Erde und den pericentrischen Endpunkt F des magnetischen Diameters (und folglich in der andern Hemisphäre auch durch den apocentrischen) geht, die *Diametralcolure.*

§. 9. Der *Magnetradius (radius magneticus)* eines Ortes ist eine gerade Linie von dem Orte zum Mittelpunkte der magnetischen Sehne. Ist der Ort L (Fig. 45), so ist Linie Lγ dessen Magnetradius:

§. 10. Die *wahre magnetische Breite (latitudo magnetica vera)* eines Ortes ist der Winkel, welchen der Magnetradius des Ortes mit dem magnetischen Aequator bildet. In Fig. 45 ist Lγe die wahre magnetische Breite; ihr Complement BγL ist der *magnetische Polarabstand (distantia polaris magnetica vera).*

§. 11. Eines Ortes *wahre magnetische Länge (longitudo magnetica vera)* ist der Winkel Eγe, welchen ein magnetischer Meridian BLe durch den Ort L mit dem ersten magnetischen Meridian BbE bildet.

§. 12. Man fälle Linie Cc (Fig. 45) senkrecht auf Meridian BLeA; diese Linie wird dann in den magnetischen Aequator fallen und da den Punkt *c* angeben, welcher der Mittelpunkt des Meridians BLeA wird. Diese Linie Cc, welche die Entfernung zwischen den Mittelpunkten der Erde und des Magnetmeridians ausdrückt, wollen wir die *Excentricität des Magnetmeridians (excentricitas meridiani magnetici)* nennen. Linie Lc wird Radius des Meridians BLcA.

§. 13. Eines Ortes *excentrische Magnetbreite (latitudo magnetica excentrica)* ist ein Bogen Le des magnetischen Meridians vom Orte L nach dem magnetischen Aequator, oder der Winkel Lce, welchen der Radius Lc des magnetischen Meridians nach dem Orte L mit dem magnetischen Aequator bildet. Sein Complement ist Bogen Ld oder Winkel Lcd, wenn *cd* senkrecht gegen *ec* ist.

§. 14. Die *scheinbare Magnetbreite (latitudo magnetica apparens)* ist ein Bogen LQ (Fig. 47) eines magnetischen Vertikalkreises vom Orte L nach dem magnetischen Aequator oder Winkel LCQ, welchen ein Erdradius nach dem Orte L mit dem magnetischen Aequator EQF bildet. In dieser Figur ist nämlich EBFA der erste magnetische Meridian, EF der magnetische Diameter, EQF der magnetische Aequator, BLA ein magnetischer Meridian durch den Ort L, welcher den magnetischen Aequator in der Linie eγ schneidet; bLQ ein magnetischer Vertikalkreis durch den Ort L, welcher den magnetischen Aequator in der Linie CQ schneidet; diese 2 Kreisflächen schneiden einander

in Linie LR, welche parallel wird mit der Axe des magnetischen Aequators *ab* und mit der magnetischen Sehne AB, also senkrecht auf den magnetischen Aequator.

§. 15. Die *scheinbare Magnetlänge (longitudo magnetica apparens)* ist ein Bogen EQ des magnetischen Aequators von dem apocentrischen Endpunkte E des magnetischen Diameters nach dem Vertikalkreise des Orts bLQ; oder der sphärische Winkel EbL, welchen der magnetische Vertikalkreis des Orts bLQ mit dem ersten Meridian EBFA bildet; oder der geradlinigte Winkel ECQ, welcher von der Durchschnittslinie CQ des Aequators und des Vertikalkreises mit dem magnetischen Diameter EF gebildet wird.

§. 16. Problem. *Wenn die geographische Lage der (eingebildeten) magnetischen Pole gegeben ist, dann zu finden: 1) die Excentricität des magnetischen Mittelpunktes; 2) die Gröſse der magnetischen Sehne; 3) den Winkel des magnetischen Diameters mit dem Erdäquator; 4) die Lage der 2 Endpunkte desselben; 5) den Winkel des magnetischen Aequators mit dem Erdäquator; 6) den von den beiden Coluren eingeschlossenen Winkel; und 7) den Winkel, welchen der erste Magnetmeridian mit der Polarcolure bildet.*

PNpM (Fig. 46) sey die magnetische Polarcolure; in ihr liegen die Pole der Erde P und *p* und die Pole des magnetischen Aequators *b* und *a*. Die Punkte B und A seyen die eingebildeten Magnetpole, und bBAa ein gröſster Kreis durch dieselben, also der erste Magnetmeridian, in welchem zugleich die Pole *b* und *a* des magnetischen Aequators und die Endpunkte des magnetischen Diameters liegen. Man halbire den Bogen BA im Punkte F, so daſs BF = FA, so wird Punkt F der pericentrische Endpunkt des magnetischen Diameters. Ein gröſster Kreis PFp durch die Pole P und p und den Punkt F wird also die Diametralcolure, und ein gröſster Kreis QFR durch den Punkt F senkrecht auf den Kreis bFa, also zugleich senkrecht auf die Magnetsehne BA und die Axe des magnetischen Aequators *ba*, wird der magnetische Aequator. Kreis MDN sey der Aequator der Erde; er wird vom magnetischen Aequator in einem Punkte E geschnitten, welcher 90° von den Punkten M und N liegt, und der sphärische Winkel NER, welchen die beiden Aequatorialflächen mit einander bilden, wird durch Bogen Pb gemessen, und ist gleich dem Winkel,

welchen die Axe *ba* des magnetischen Aequators mit der Erdaxe Pp bildet. Da beide Kreisflächen QER und NEM senkrecht gegen die Colure PNpM sind, so ist Punkt E der Pol der Colure, und folglich QE $=$ ER $= 90°$. PBp und PAp seyen zwey geographische Meridiane durch die eingebildeten Magnetpole B und A (§. 2). Nun sey Bogen BP (das Complement der nördlichen Breite des Poles B) $= b$, Bogen Ap (das Complement der südlichen Breite des andern Poles) $= a$; beider Pole Längenunterschied, oder der sphärische Winkel APB $= \gamma$. Hieraus findet man:

1) $\cos AB = \sin a . \sin b . \cos \gamma - \cos a . \cos b$. Da AB $=$ 2FB $=$ 2(Fb — Bb) $= 180° - 2$Bb, so findet sich, wenn Bb $=$ Aa $= \alpha$ gesetzt wird, $\cos 2\alpha = \cos a . \cos b - \sin a . \sin b . \cos \gamma$. Aus dem Dreiecke CA$\gamma$ (Fig. 45) findet man die Excentricität Cγ $=$ CA. cos AF $=$ CA. sin Aa $= r . \sin \alpha$, wenn Erdradius CA $= r$.

2) Aus demselben Dreiecke findet man die Magnetsehne AB $=$ 2Aγ $=$ 2AC. sin ACF $= 2r . \cos \alpha$.

3) Setzet man Bogen PF $= d$ (Fig. 46), so findet man aus den Dreiecken APF und BPF

$$\cos BFP = \frac{\cos BP - \cos PF . \cos BF}{\sin PF . \sin BF} = \frac{\cos PF . \cos AF - \cos PA}{\sin PF . \sin AF},$$

oder

$$\frac{\cos b - \cos d . \sin \alpha}{\sin d . \cos \alpha} = \frac{\cos d . \sin \alpha + \cos a}{\sin d . \cos \alpha}.$$

Hieraus findet man $\cos d = \sin FD = \frac{\cos b - \cos a}{2 . \sin \alpha}$. Da der Meridian PFD senkrecht ist gegen Aequator MDN, so ist der Bogen FD das Maas des Winkels, welchen der magnetische Diameter mit dem Aequator der Erde macht.

4) Aus den Dreiecken BPF und APF findet sich ferner, wenn man setzet APF $= m$, BPF $= n$,

$$\sin PFB : \sin PB = \sin BPF : \sin FB$$
$$\sin PFA : \sin PA = \sin APF : \sin AF.$$

Da $\sin PFB = \sin PFA$, $\sin PA = \sin pA = \sin a$, $\sin APF = \sin(\gamma - n)$,

$\sin FB = \sin AF$, so findet sich $\sin PB . \sin BPF = \sin PA . \sin APF$, d. i. $\sin b . \sin n = \sin a . \sin (\gamma - n)$, also

$$\tang n = \frac{\sin a . \sin \gamma}{\sin b + \sin a . \cos \gamma}, \ \tang m = \frac{\sin b . \sin \gamma}{\sin a + \sin b . \cos \gamma}.$$

Leget man den Winkel m zur Länge des Punktes A hinzu, oder ziehet man den Winkel n von der Länge des Punktes B, so erhält man die Länge des pericentrischen Endpunktes F des magnetischen Diameters. Der apocentrische Endpunkt liegt 180° davon, und hat eine eben so große, aber entgegengesetzte Breite.

Ist $\cos b > \cos a$, d. i. $b < a$, so wird in der Formel (3) $\cos d$ positiv, also $d < 90°$, und Punkt F fällt in die nördliche Halbkugel. Ist $\cos b = \cos a$, d. i. $b = a$, wird $\cos d = 0$, also $d = 90°$; dann fallen die Punkte D, F und H mit dem Punkte E zusammen, welcher der Pol der Colure PNpM ist, und folglich werden die Bogen PF = pF = bF = aF = MH = HN = QF = FR = &c. = 90°. Dann wird auch der erste Meridian bFa und die Diametralcolure PFp senkrecht gegen die Polarcolure PNpM; ferner wird Winkel $m = n$; denn $\tang n = \frac{\sin \gamma}{1 + \cos \gamma} = \tang \frac{1}{2}\gamma = \tang m$; also $n = m = \frac{1}{2}\gamma$. Ist endlich $\cos b < \cos a$, d. i. $b > a$, so wird $\cos d$ negativ, folglich fällt Punkt F in die südliche Halbkugel.

5) Da die Erdaxe Pp senkrecht ist gegen Aequator MEN, und des magnetischen Aequators Axe ba senkrecht gegen den magnetischen Aequator QER, so ist Winkel NER, welchen beide Aequatorialflächen mit einander bilden, gleich dem Winkel der beiden Axen, und letzterer wird gemessen durch Pb $= pa = \varepsilon$. Aus den Dreiecken PFB und PbB findet man, weil cos PBF = − cos PBb,

$$\cos PBF = \frac{\cos PF - \cos PB . \cos BF}{\sin PB . \sin BF} = \frac{\cos PB . \cos Bb - \cos Pb}{\sin PB . \sin Bb},$$

oder

$$\frac{\cos d - \cos b . \sin \alpha}{\sin b . \cos \alpha} = \frac{\cos b . \cos \alpha - \cos \varepsilon}{\sin b . \sin \alpha}.$$

Verbindet man diese Gleichungen, und setzet in erstere den oben (5) gefundenen Werth für $\cos d$ ein, so findet man

$$\cos \varepsilon = \frac{\cos b + \cos a}{2 \cdot \cos a}.$$

6) Aus dem Dreiecke PFb, wo $\mathrm{Pb} = \varepsilon$, $\mathrm{PF} = d$, $\mathrm{bF} = 90°$, findet man

$$\cos \mathrm{FPb} = \frac{\cos \mathrm{bF} - \cos \mathrm{Pb} \cdot \cos \mathrm{PF}}{\sin \mathrm{Pb} \cdot \sin \mathrm{PF}} = - \cot \mathrm{Pb} \cdot \cot \mathrm{PF}.$$

Setzet man $\mathrm{FPb} = \psi$, so wird $\cos \psi = - \cot \varepsilon \cdot \cot d$. Es ist folglich $\psi > 90°$, wenn $d < 90°$, d. i. wenn $b < a$ (4). Leget man ψ zu der Länge von F, so hat man die Länge des Nordpoles b des magnetischen Aequators.

7) Aus dem nämlichen Dreiecke wird gefunden $\cos \mathrm{PbF} = \frac{\cos \mathrm{PF}}{\sin \mathrm{Pb}}$, oder wenn man setzt $\mathrm{PbF} = \delta$, $\cos \delta = \frac{\cos d}{\sin \varepsilon} = \frac{\cos b - \cos a}{2 \sin a \cdot \sin \varepsilon}$. Der Winkel PbF, welchen der erste Magnetmeridian mit der Polarcolure bildet, ist also spitzig, recht oder stumpf, je nachdem $a > b$, $a = b$, oder $a < b$.

Zusatz 1. Punkt H, in welchem der erste magnetische Meridian den Aequator der Erde schneidet, nebst Winkel bHN, unter welchem solches geschieht, wird gefunden aus dem Dreiecke bNH, worin Winkel $\mathrm{bNH} = 90°$, $\mathrm{bN} = 90° - \varepsilon$, $\mathrm{HbN} = 180° - \delta$; nämlich $\tang \mathrm{HN} = \tang \mathrm{HbN} \cdot \sin \mathrm{bN} = - \tang \delta \cdot \cos \varepsilon$, also $\tang \mathrm{HM} = \tang \delta \cdot \cos \varepsilon = \cot \mathrm{HE}$; $\cos \mathrm{bHN} = \cos \mathrm{bN} \cdot \sin \mathrm{HbN} = \sin \varepsilon \cdot \sin \delta$.

Zusatz 2. Ist die Lage des magnetischen Aequators, die Gröſse der Excentricität, und der Winkel, welchen der erste magnetische Meridian mit der Polarcolure bildet, also $\mathrm{Pb} = \varepsilon$, $\mathrm{Bb} = a$, $\mathrm{PbF} = \delta$ gegeben, so findet man aus dem Dreiecke PbF, wo $\mathrm{bF} = 90°$,

$$\cot \mathrm{bPF} = \frac{\cot \mathrm{bF} \cdot \sin \mathrm{bP} - \cos \mathrm{bP} \cdot \cos \mathrm{PbF}}{\sin \mathrm{PbF}},$$

oder $\cot \psi = - \cos \varepsilon \cdot \cot \delta$, und aus dem nämlichen Dreiecke $\cos \mathrm{PF} = \cos d = \sin \varepsilon \cdot \cos \delta$, wobey die Lage des magnetischen Diameters bestimmt ist. Aus dem Dreiecke BPb findet man

$$\cos \mathrm{PB} = \cos \mathrm{Pb} \cdot \cos \mathrm{Bb} + \sin \mathrm{Pb} \cdot \sin \mathrm{Bb} \cdot \cos \mathrm{PbB},$$

$$\cot bPB = \frac{\cot Bb \,.\, \sin Pb - \cos Pb \,.\, \cos PbB}{\sin PbB},$$

d. i. $\cos b = \cos\varepsilon \,.\, \cos\alpha + \sin\varepsilon \,.\, \sin\alpha \,.\, \cos\delta$, $\cot(\psi - n) = \frac{\cot\alpha \,.\, \sin\varepsilon - \cos\varepsilon \,.\, \cos\delta}{\sin\delta}$, wobey die Lage des magnetischen Nordpols B bestimmt ist. Eben so konnte man aus dem Dreiecke PbA finden

$$\cos a = \cos Aa = -\cos Ab = \cos\varepsilon \,.\, \cos\alpha - \sin\varepsilon \,.\, \sin\alpha \,.\, \cos\delta,$$

$$\cot(\psi + m) = \cot bPA = -\frac{\cot\alpha \,.\, \sin\varepsilon + \cos\varepsilon \,.\, \cos\delta}{\sin\delta}.$$

Zusatz 3. Ist die geographische Länge des Südpols A gröfser als die Länge des Nordpols B, so mufs man in den obenstehenden Formeln $-\gamma'$ statt γ setzen. Dadurch findet man

$$\tang n' = -\frac{\sin a' \,.\, \sin\gamma'}{\sin b' + \sin a' \,.\, \cos\gamma'}, \quad \tang m' = -\frac{\sin b' \,.\, \sin\gamma'}{\sin a' + \sin b' \,.\, \cos\gamma'} \quad (4);$$

n' und m' sind folglich negativ, d. i. m' fällt rechts, n' links, und die Länge von F wird gleich Länge von B *plus* n', oder gleich Länge von A *minus* m'.

Da $\cos\varepsilon' = \frac{\cos b' + \cos a'}{2 \,.\, \cos\alpha'}$ (5), so kann ε' eben so wohl positiv als negativ seyn. In diesem Falle mufs man für ε' den negativen Werth nehmen.

Eben so findet man $\cos\psi' = -\cot(-\varepsilon') \,.\, \cot d'$ (6) $= \cot\varepsilon' \,.\, \cot d'$, folglich ψ' negativ, und gröfser oder kleiner als 90° nachdem $\cot\varepsilon' \,.\, \cot d'$ positiv oder negativ wird. Folglich ist die Länge von b gleich Länge von F *minus* ψ'.

Endlich wird $\cos\delta' = -\frac{\cos d'}{\sin\varepsilon'}$ (7), folglich δ' negativ. Wenn γ negativ ist, braucht man also blofs n, ε, ψ und δ negative Werthe zu geben.

§. 17. Problem. *Wenn die geographische Lage der Magnetpole bekannt ist, die magnetische Lage (die scheinbare und wahre magnetische Breite und Länge) und den Magnetradius für einen Ort zu finden, dessen geographische Breite und Länge gegeben ist.*

BA (Fig. 47) sey die Magnetsehne, EQF der magnetische Aequator, *ba* dessen Axe, L der Ort, P der Erdpol, PL des Ortes geographischer Meridian,

Pb ein Stück der Polarcolure, bLQ des Ortes magnetischer Vertikalkreis; PM sey der erste geographische Meridian, wovon die geographische Länge gerechnet wird (z. B. der Meridian durch Ferro). Winkel MPL $= q$ wird also die geographische Länge des Ortes L, nach Osten gerechnet; Winkel MPb $= \zeta$ die geographische Länge des Nordpoles b des magnetischen Aequators. In Dreieck PbL ist Pb $= \varepsilon$ (der Abstand des Poles des magnetischen Aequators vom Pole der Erde, §. 16, 5); PL ist das Complement der geographischen Breite des Ortes; ist diese Breite $= p$, so ist PL $= 90° - p$; Winkel bPL $=$ MPL $-$ MPb $= q - \zeta$. Hieraus findet man

I. $\cos bL = \sin LQ = \cos\varepsilon . \sin p + \sin\varepsilon . \cos p . \cos(q - \zeta)$.

Aber LQ ist des Ortes *scheinbare Magnetbreite;* setzet man LQ $= \mu$, so hat man

$$\sin\mu = \cos\varepsilon . \sin p + \sin\varepsilon . \cos p . \cos(q - \zeta).$$

II. $$\operatorname{tang} PbL = \frac{\cos p . \sin(q - \zeta)}{\sin p . \sin\varepsilon - \cos p . \cos\varepsilon . \cos(q - \zeta)}.$$

Nun ist Winkel PbB $= \delta$ der Winkel, welchen die Polarcolure mit dem ersten magnetischen Meridian bildet (§. 16, 7); Winkel EbL $= \nu$ die *scheinbare Magnetlänge* des Ortes L (§. 15). Also ist Winkel PbL $= 180° - (\nu + \delta)$; folglich

$$\operatorname{tang}(\nu+\delta) = \frac{\cos p . \sin(q - \zeta)}{\cos p . \cos\varepsilon . \cos(q-\zeta) - \sin p . \sin\varepsilon} = \frac{\sin(q - \zeta)}{\cos\varepsilon . \cos(q-\zeta) - \operatorname{tang} p . \sin\varepsilon},$$

oder

$$\operatorname{cotang}(\nu + \delta) = \cos\varepsilon . \cot(q - \zeta) - \operatorname{tang} p . \sin\varepsilon . \operatorname{cosec}(q - \zeta).$$

III. Setzet man den Radius der Erde LC $= r$, so ist $\gamma C = r . \sin Bb = r . \sin\alpha$; CR $= r . \cos\mu$; Winkel $\gamma CR = 180° - \nu$. Aus dem Dreiecke γCR findet man

$$\gamma R = \sqrt{\gamma C^2 + CR^2 - 2\gamma C . CR . \cos\gamma CR} = r\sqrt{\sin^2\alpha + \cos^2\mu + 2 . \sin\alpha . \cos\mu . \cos\nu}.$$

Aus dem Dreiecke γLR findet sich

$$\gamma L = \sqrt{\gamma R^2 + RL^2} = r\sqrt{\sin^2\alpha + \cos^2\mu + 2 . \sin\alpha . \cos\mu . \cos\nu + \sin^2\mu}$$
$$= r\sqrt{1 + \sin^2\alpha + 2 . \sin\alpha . \cos\mu . \cos\nu} = rR,$$

wenn die Wurzelgröfse gesetzt wird $=$ R. Linie γL ist der *Magnetradius* im Orte L; sein gröfster Werth ist im Punkte E, wo $\mu = \nu = 0$, also

$rR = r\sqrt{1 + \sin^2\alpha + 2\sin\alpha} = r(1 + \sin\alpha)$; sein geringster Werth im Punkte F, wo $\mu = 0$, $\nu = 180°$, also $rR = r(1 - \sin\alpha)$. Wenn $\nu = 90°$, d. i. in einem Vertikalkreise, welcher senkrecht auf dem ersten Meridiane steht, wird er $= r\sqrt{1 + \sin^2\alpha} = \gamma b$, also von demselben Werthe im ganzen Vertikalkreise.

IV. Aus dem Dreiecke γLR findet man $\sin L\gamma R = \frac{LR}{L\gamma} = \frac{r.\sin\mu}{rR} = \frac{\sin\mu}{R}$. Winkel L$\gamma$R ist die *wahre Magnetbreite;* Winkel LγB ist sein Complement zu $90°$; ist $L\gamma B = u$, so hat man $\cos u = \frac{\sin\mu}{R}$.

V. Setzet man die *wahre Magnetlänge* oder Winkel $E\gamma e = \varphi$, so findet man im Dreiecke CγR

$$\text{tang}\,\varphi = \frac{CR.\sin\gamma CR}{\gamma C - CR.\cos\gamma CR} = \frac{r.\cos\mu.\sin\nu}{r.\sin\alpha + r.\cos\mu.\cos\nu} = \frac{\cos\mu.\sin\nu}{\sin\alpha + \cos\mu.\cos\nu},$$

oder

$$\text{cotang}\,\varphi = \frac{\sin\alpha}{\cos\mu.\sin\nu} + \text{cotang}\,\nu.$$

Zusatz. Bey der Formel (II.) für $\text{tang}(\nu + \delta)$ braucht man blos der Regel der Zeichen zu folgen; da $\text{tang}(\nu + \delta) = \frac{\sin(\nu + \delta)}{\cos(\nu + \delta)}$, so giebt folgendes Schema die Werthe von $\nu + \delta$ zu erkennen:

Zähler	Nenner	$\nu + \delta$
positiv	positiv	zwischen 0° und 90° (1ster Quadrant)
positiv	negativ	— 90 - 180 (2ter Quadrant)
negativ	negativ	— 180 - 270 (3ter Quadrant)
negativ	positiv	— 270 - 360 (4ter Quadrant).

§. 18. Problem. *Wenn die wahre Magnetlänge oder der Winkel φ, welchen ein gegebener magnetischer Meridian mit dem ersten magnetischen Meridiane bildet, gegeben ist, zu finden: 1) den Winkel, welchen derselbe Meridian mit der Oberfläche der Erde oder dem Horizonte bildet; 2) die Gröfse des Radius des Meridians; und 3) die Anzahl der Grade, welche er enthält.*

1) In Fig. 45 fälle man Linie Cc vom Mittelpunkte der Erde C senkrecht

auf den magnetischen Meridian BLeA, so wird *c* des Meridians Mittelpunkt. Man ziehe die Radien CL und cL, deren jener der Erde, dieser des Meridians Radius ist; nun ist die Fläche des Dreiecks CcL senkrecht auf Meridian BLA, also ist Winkel CLc die Neigung des Erdradius CL gegen den Magnetmeridian BLA, und da der Horizont in L senkrecht auf dem Erdradius LC stehet, so ist Winkel CLc das Complement zur Neigung des Horizonts gegen den Meridian, d. i. Winkel LCc ist der gesuchte Winkel. Nun ist $Cc = C\gamma \cdot \sin C\gamma c = r \cdot \sin\alpha \cdot \sin\varphi$, und $\cos LCc = \frac{Cc}{CL} = \sin\alpha \cdot \sin\varphi = \cos\eta$. Die Neigung ist also überall in demselben Magnetmeridian dieselbe. Wenn $\varphi = 0$, d. i. im ersten Meridian, wird sie $= 90°$; ihren kleinsten Werth hat sie, wenn $\varphi = 90°$, d. i. in einem Meridiane, welcher senkrecht auf dem ersten steht; hier ist $\eta = 90° - \alpha =$ FCA. Verstehet man, wie hier in der Figur, unter η den Winkel, welchen die westliche Seite des Magnetmeridians mit dem Horizonte bildet, so wird $\eta > 90°$, wenn φ negativ oder größer als 180° ist.

2) In Dreieck CcL ist $CcL = 90°$, $LCc = \eta$, $LC = r$; setzet man den Radius des Magnetmeridians $Lc = R'$, so ist $Lc = LC \cdot \sin LCc$, d. i. $R' = r \cdot \sin\eta$. Ist $\varphi = 0°$, wird $\eta = 90°$ und $R' = r$, d. i. der erste Meridian schneidet die Erdoberfläche unter rechten Winkeln, und sein Radius ist gleich dem Erdradius. Ist $\varphi = 90°$, so wird $\eta = 90° - \alpha$, und $R' = r \cdot \cos\alpha = AC \cdot \cos AC\alpha = A\gamma$, d. i. der kleinste von allen Magnetmeridianen ist derjenige, welcher senkrecht auf dem ersten steht; sein Radius wird gleich der halben Magnetsehne. Man kann auch Radius Lc folgender Maßsen finden: $Cc = C\gamma \cdot \sin C\gamma c = r \cdot \sin\alpha \cdot \sin\varphi$; aber $Lc = Ac = \sqrt{AC^2 - Cc^2}$, d. i. $R' = r\sqrt{1 - \sin^2\alpha \cdot \sin^2\varphi}$.

3) $\tang Ac\gamma = \frac{A\gamma}{c\gamma} = \frac{r \cdot \cos\alpha}{r \cdot \sin\alpha \cdot \cos\varphi} = \frac{\cot\alpha}{\cos\varphi}$; dieses Winkels Complement zu 180° oder Winkel Ace ist die Hälfte des Meridians AeB. Ist $\varphi = 0°$, wird $\gamma cA = 90° - \alpha$; ist $\varphi = 90°$, wird $Ac\gamma = 90°$ und der Meridian gerade ein halber Kreis.

§. 19. Problem. *Wenn Winkel φ gegeben ist, die excentrische Magnetbreite oder den Winkel Lce (Fig. 47) zu finden.*

Da das Dreieck LcR bey R rechtwinkligt ist, so findet sich sin LcR $= \frac{LR}{Lc} = \frac{r \cdot \sin\mu}{r \cdot \sin\eta} = \frac{\sin\mu}{\sin\eta}$. Setzet man seine Ergänzung zu 90° oder Winkel Lcd (Fig. 45) $= v$, so hat man $\cos v = \frac{\sin\mu}{\sin\eta}$. Ist $\varphi = 0°$, so wird $\cos v = \sin\mu$, d. i. $v = 90° - \mu$; also die excentrische Magnetbreite gleich der scheinbaren; ist $\varrho = 90°$, wird $\cos v = \frac{\sin\mu}{\cos\alpha}$ (1).

§. 20. Problem. *Wenn eines Ortes Magnetradius, die wahre und die excentrische Magnetbreite nebst der Gröſse der Magnetaxe bekannt sind, den Winkel zu finden, welchen die magnetische Ruhelinie mit der Tangente zum magnetischen Meridiane macht, oder die* ***schiefe Neigung*** *(inclinatio obliqua) zu finden.*

Der Ort sey L (Fig. 45), BLeA dessen magnetischer Meridian, *ecγ* die Durchschnittslinie des letztern mit dem magnetischen Aequator, *cd* ein Perpendikel auf *eγ* durch den Mittelpunkt *c* des Meridians, so ist L*γe* die wahre, Lce die excentrische Magnetbreite, L*γ*B des ersteren Complement $= u$, Lcd des letzteren Complement $= v$. Man fälle LM senkrecht auf *cd*, so ist Winkel MLd $=$ Lcd $= v$. Ist b′La′ die magnetische Ruhelinie im Orte L, a′LM $= \omega$ der Winkel, welchen sie mit diesem Perpendikel bildet, so kann ihr Winkel mit dem magnetischen Meridian oder die schiefe Neigung dLa′ so berechnet werden: da die halbe Magnetaxe $\beta\gamma$ nebst dem Magnetradius Lγ bekannt ist, so drücke man den Magnetradius in Theilen der magnetischen Halbaxe aus, oder setze $\frac{L\gamma}{\beta\gamma} = \varrho$. Es sey nämlich der Halbmesser CL der Erde Q mal gröſser als die Halbaxe $\beta\gamma$ des Erdmagneten, so daſs $CL = r = Q \cdot \beta\gamma$, so wird $\gamma L = r\sqrt{1 + \sin^2\alpha + 2\sin\alpha \cdot \cos\mu \cdot \cos v} = rR$ (§. 17, III.) $= QR \cdot \beta\gamma$, folglich $\frac{\gamma L}{\beta\gamma} = \varrho = QR$. Mit diesem Werthe von ϱ und $L\gamma B = u$ suche man nach den Formeln und Reihen in Hauptstück 5, §§. 19, 21, 25 den Winkel ω. Aber Winkel dLa′, welchen die magnetische Ruhelinie mit dem Meridiane dL bildet, ist $=$ dLM $-$ a′LM; setzet man dLa′ $= i$,

so hat man die schiefe Neigung $i = v - \omega$; findet sich hingegen ω negativ, so ist $i = v + \omega$.

§. 21. Problem. *Wenn die schiefe magnetische Neigung (i), des magnetischen Meridians Neigung gegen den Horizont (η) und die scheinbare Magnetbreite gegeben sind, die wahre oder senkrechte Neigung (I) und die Abweichung (D) zu finden.*

In Fig. 47 sey, wie vorher, BLe der magnetische Meridian, bLQ der magnetische Vertikalkreis des Ortes L. Diese 2 Flächen schneiden einander in einer Linie LR, welche senkrecht auf dem magnetischen Aequator EQF ist. Der Winkel RLQ, welchen diese Durchschnittslinie mit der Erdoberfläche im Punkte L, oder mit einer Tangentfläche zum Punkte L, d. i. mit dem Horizonte des Ortes bildet, wird durch Bogen LQ gemessen, und ist also gleich dem Winkel LCQ oder der *scheinbaren Magnetbreite*. Da die Linien LR, bC und Bγ alle senkrecht auf dem magnetischen Aequator sind, so sind sie mit einander parallel, und folglich ist der Winkel, welchen Linie LR mit der Tangentfläche oder dem Horizonte im Orte L bildet, gleich dem Winkel, welchen die verlängerte Tangentfläche mit den verlängerten Linien Cb und γB, d. i. mit der Axe des Aequators und der verlängerten Magnetsehne bilden würde. Wird dieser Winkel die *magnetische Polhöhe* genannt, so sieht man, daſs die *scheinbare magnetische Breite* gleich ist der magnetischen Polhöhe, und daſs Winkel RLQ beiden gleich ist.

Man denke sich eine Sphäre um den Punkt L; es sey der Kreis HTR (Fig. 48) der Horizont im Punkte L (Fig. 47), HZRN aber die Fläche des Vertikalkreises bLQ (Fig. 47); die Durchschnittslinie HR dieser 2 Flächen (Fig. 48) wird also die Tangente des Meridians bLQ im Punkte L (Fig. 47); Punkt R (Fig. 48) sey der Endpunkt der Tangente, die gegen *b* (Fig. 47) sich wendet; Linie ZLN, welche senkrecht gegen Horizont HTR (Fig. 48) ist, wird die Verlängerung des Radius CL (Fig. 47); Fläche BTA (Fig. 48) sey die Fläche des magnetischen Meridians BLe (Fig. 47); sie schneidet den Horizont in der Linie LT (Fig. 48), welche also Tangente zum Meridian BL (Fig. 47) wird, so daſs sich der Endpunkt T nach dem Pole B (Fig. 47) wendet. Die Flächen ZRNH und BTA (Fig. 48) schneiden einander in der Li-

nie BA, welche also die Verlängerung der Linie RL (Fig. 47) wird. Also ist Winkel BLR (Fig. 48) gleich der scheinbaren Magnetbreite, oder gleich der magnetischen Polhöhe $= \mu$ (§. 17, I.). In der Fläche BTA sey Linie LM die magnetische Ruhelinie dergestalt, daſs Winkel TLM die schiefe Neigung $= i$ ist (§. 20). Man lege einen Vertikalkreis ZMN durch Zenith und Nadir und die Linie LM; dieser schneidet den Horizont in der Linie Lβ, welche also die Richtung der horizontalen Magnetnadel wird; und Winkel βLM wird die *wahre* oder *senkrechte Neigung*.

In dem Dreiecke BTR ist also BR $= \mu$, Winkel BTR $= \eta$ und Winkel BRT $= 90°$; hieraus findet sich $\sin TR = \sin f = \text{tang}\, \mu \,.\, \cot \eta$. In dem Dreiecke βTM ist Winkel βTM $= \eta$, TM $= i$, Winkel TβM $= 90°$; hieraus findet sich $\text{tang}\, T\beta = \text{tang}\, g = \text{tang}\, i \,.\, \cos \eta$; $\sin \beta M = \sin I = \sin i \,.\, \sin \eta$, aber βLM $= I$ ist die *wahre Neigung*. Wenn $\eta < 90°$, werden f und g *positiv*, d. i. Lβ fällt *ostwärts* von LR; ist $\eta > 90°$, werden f und g *negativ*, d. i. Lβ fällt *westwärts* von LR.

Linie HR (Fig. 48) ist die Linie, worin der magnetische Vertikalkreis durch den Ort L den Horizont des Ortes schneidet; sie ist Tangente zum gröſsten Kreise bLQ (Fig. 47) im Punkte L. Aber nun ist Lβ (Fig. 48) die Lage der horizontalen Magnetnadel; sie bildet einen Winkel RLβ $= f + g$ mit Linie LR. In dem Dreiecke PLb (Fig. 47) findet sich (§. 17)

$$\text{tg}\, bLP = \text{tg}\, \Delta = \frac{\sin \varepsilon \,.\, \sin(q - \zeta)}{\cos \varepsilon . \cos p - \sin \varepsilon . \sin p . \cos(q - \zeta)} = \frac{\sin(q - \zeta)}{\cot \varepsilon . \cos p - \sin p . \cos(q - \zeta)},$$

oder

$$\text{cotang}\, \Delta = \cot \varepsilon \,.\, \cos p \,.\, \text{cosec}(q - \zeta) - \sin p \,.\, \cot(q - \zeta).$$

Aber da PL des Ortes L geographischer Meridian ist, so ist bLP $= \Delta$ der Winkel, welchen der magnetische Vertikalkreis durch den Ort L mit dem geographischen Meridiane des Ortes bildet. Ziehet man RLβ $= f + g$ (Fig. 48) von bLP $= \Delta$ (Fig. 47), so wird die Differenz der Winkel, welchen die Lage der horizontalen Magnetnadel mit dem geographischen Meridiane des Ortes macht, also die *Abweichung*. Setzet man diese $= D$, so hat man $D = \Delta - (f + g)$.

Ist Winkel bPL $= q - \zeta$ *positiv* und kleiner als 180°, so wird bLP

$= \Delta$ *positiv*, d. i. der magnetische Vertikalkreis Lb fällt dann *westlich vom Meridiane* LP, und dann wird $D = \Delta \mp (f + g)$, je nachdem η kleiner oder größer als 90° ist, folglich je nachdem die wahre magnetische Länge φ östlich oder westlich ist. Ist hingegen bPL $= q - \zeta$ *negativ*, oder positiv und größer als 180°, so wird bLP $= \Delta$ *negativ*, d. i. Vertikalkreis Lb fällt dann *östlich vom Meridiane* LP, und folglich wird $D = -\Delta \mp (f + g)$, je nachdem φ positiv oder negativ ist. Ein *positiver* Werth von D bezeichnet also *westliche*, ein *negativer Werth östliche Abweichung*.

§. 22. Problem. *Wenn eine Magnetnadel von 2 Kräften k und k' getrieben wird, deren Richtungslinien einen Winkel mit einander bilden $= c$, zu finden: 1) die Lage, in welcher sie in Ruhe seyn wird; 2) die Kraft K, womit sie nach dieser Lage zu getrieben wird, wenn sie aus derselben herausgeführt wird.*

1) Die Magnetnadel sey *ab* (Fig. 49), ihr Mittelpunkt, um welchen sie sich frey bewegen kann, sey c; die Kraft k wirke in Richtungen, welche mit cA, die Kraft k' in solchen, welche mit cB parallel sind. Jedes Theilchen der Nadel wird also von den Kräften k und k' nach den Richtungen cA und cB getrieben; soll die Nadel zwischen beiden Kräften im Gleichgewichte seyn, so muß der auf die Nadel senkrechte Theil dieser Kräfte (welcher allein zum Drehen der Nadel um ihren Mittelpunkt beyträgt) gleich groß seyn, also $k . \sin \text{AcD} = k' . \sin \text{BcD}$; oder, wenn AcB $= c$, AcD $= x$, BcD $= y = c - x$

$$k . \sin x = k' . \sin(c - x) = k' . \sin c . \cos x - k' . \cos c . \sin x,$$

folglich

$$\operatorname{tang} x = \frac{k' . \sin c}{k + k' . \cos c} = \frac{\sin c}{\frac{k}{k'} + \cos c}$$

oder

$$\operatorname{cotang} x = \frac{k}{k'} . \operatorname{cosec} c + \operatorname{cotang} c$$

$$\operatorname{cotang} y = \frac{k'}{k} . \operatorname{cosec} c + \operatorname{cotang} c.$$

Sind dagegen die Winkel c und x bekannt, k und k' unbekannt, so läßt sich

das Verhältniſs der Kräfte finden; denn $k . \sin x = k' . \sin(c - x)$, also $\frac{k}{k'} = \frac{\sin(c - x)}{\sin x}$.

2) Der mit der Linie cD parallele Theil der Kräfte k und k' wird folglich $k . \cos x$ und $k' . \cos y$. Diese zwey Kräfte sind es also allein, welche auf die Nadel wirken (denn die zwey senkrechten Kräfte heben einander, da sie gleich groſs sind und in entgegengesetzten Richtungen wirken); jedes Theilchen der Nadel wird also nach der Richtung cD getrieben von einer Kraft $K = k . \cos x + k' . \cos y$. Da

$$\cos x = \frac{1}{\sqrt{1 + \text{tang}^2 x}}, \quad \cos y = \frac{1}{\sqrt{1 + \text{tang}^2 y}},$$

so erhält man, wenn man statt $\text{tang}\, x$ und $\text{tang}\, y$ einsetzt die Werthe (1)

$$K = \sqrt{k^2 + (k')^2 + 2kk' . \cos c}$$

den bekannten Ausdruck für die von zweyen einen Winkel c einschlieſsenden Seitenkräften zusammengesetzte mitlere Kraft.

Zusatz 1. Je kleiner der Winkel c ist, desto gröſser wird K; ist $c = 0$, so wird $K = k + k'$; ist $c = 90°$, so wird $K = \sqrt{k^2 + (k')^2}$; ist $c = 180°$, so wird $K = k - k'$. Ist in diesem Falle $k = k'$, so wird $K = 0$.

Zusatz 2. Wird die Nadel um den Mittelpunkt c so getrieben, daſs sie einen Winkel Dca $= d$ (Fig. 50) mit der mitleren Kraft Richtung cD bildet, so lege man eine Ebene EcD durch cD und die Nadel ca; jedes Theilchen a der Nadel wird alsdann nach der Richtung ad getrieben werden, welche parallel ist mit cD, von einer Kraft $K = \sqrt{k^2 + (k')^2 + 2kk' \cos c}$. Denket man sich die ganze Kraft der Nadel in den zwey Schwerpunkten der Intensitätscurve gesammelt, und setzet den Abstand derselben vom Mittelpunkte $c = l$, so wird das statische Moment der Nadel oder diejenige Kraft, womit sie in der Ebene EcD sich zu drehen strebt gegen die Linie cD $= 2mlK . \sin d$, wenn m die Intensität des freyen Magnetismus der Nadel bezeichnet.

§. 23. Problem. *Wenn die Erde 2 Magnetaxen hat und das Verhältniſs zwischen den Kräften beider Magnetaxen bekannt ist, an einem gegebenen Orte zu finden: die magnetische I.) Abweichung* ($\mathfrak{D}$), *II.) Neigung* ($\mathfrak{J}$), *und III.) Kraft (K).*

I. Für jede Axe insbesondere berechne man nach obigen Problemen die Abweichung und Neigung der Magnetnadel nebst der Gröſse der magnetischen Kraft. Für die eine Axe sey die Abweichung $= D$, die Neigung $= I$, die Kraft $= k$; für die andere seyen dieselben Gröſsen bezeichnet mit D', I', k'. SDN (Fig. 51) sey der Horizont des Ortes, Z Zenith, SN die Mittagslinie, N der Nordpunkt, Kreis SZNP die Fläche des geographischen Meridians. Ferner sey LB die Ruhelinie der Magnetnadel, wenn die eine Axe allein wirkete, LA ihre Ruhelinie, wenn die andre Axe allein wirkete. Man ziehe die 2 Vertikalkreise ZAP und ZBP durch die Punkte A und B, so werden die Flächen dieser 2 Vertikalkreise den Horizont in den Linien LD und LF schneiden; diese 2 Linien würden dann die Lage der horizontalen Magnetnadel bezeichnen, wenn jede der Axen allein wirkete. Folglich wird für die eine Axe die Abweichung NLD $=$ ND $= D$, die Neigung DLA $=$ AD $= I$; für die andre Axe Abweichung $=$ NLF $=$ NF $= D'$, Neigung $=$ FLB $=$ FB $= I'$, und DF $=$ ND $-$ NF $= D - D'$. Denkt man sich eine Ebene durch LA und LB, so wird diese die Sphäre in dem Bogen AB eines gröſsten Kreises schneiden, und das sphärische Dreieck APB bilden, in welchem AP $= 90^\circ - I$, BP $= 90^\circ - I'$, Winkel APB $=$ DF $= D - D'$.

1) Hieraus findet sich

$$\cos AB = \cos AP \cdot \cos BP + \sin AP \cdot \sin BP \cdot \cos APB,$$

oder wenn AB $= c$

$$\cos c = \sin I \cdot \sin I' + \cos I \cdot \cos I' \cdot \cos(D - D').$$

2) Da die Magnetnadel von zwey Kräften nach LA und LB getrieben wird, so ist es einleuchtend, daſs sie in einer Linie LG in der Ebene ALB in Ruhe seyn muſs, deren Lage nach §. 22, 1 gefunden werden könnte, wenn die Gröſse der Kräfte nach LA und nach LB bekannt wäre, nebst dem Winkel ALB, welchen ihre Richtungslinien einschlieſsen. Ist nun die absolute Kraft der einen Magnetaxe $= M$, der andern $= M'$, so ist die Kraft nach LA $= M\sqrt{A + B \cdot \cos 2u + \Gamma \cdot \cos 4u + \ldots} = MF$, die Kraft nach LB $= M'\sqrt{A' + B' \cdot \cos 2u' + \Gamma' \cdot \cos 4u' + \ldots} = M'F'$, wenn u und u' das Complement der wahren Magnetbreite für beide Magnetaxen, A, B, Γ, A', B', Γ' die Reihen in §. 38 (Hauptstück 5) bedeuten. Da Winkel ALB

$=$ AB $= c$, so findet sich nach §. 22. 1, wenn man dort MF statt k, $M'F'$ statt x' setzet

$$\text{tang ALG} = \text{tang AG} = \frac{M'F' \cdot \sin AB}{MF + M'F' \cos AB} = \frac{\sin AB}{\frac{MF}{M'F'} + \cos AB}$$

oder, wenn AG $= x$, BG $= y$,

$$\text{cotang}\, x = \frac{MF}{M'F'} \cdot \text{cosec}\, c + \cot c, \quad \text{cotang}\, y = \frac{M'F'}{MF} \cdot \text{cosec}\, c + \cot c.$$

3) Man lege durch G und P den Bogen PGE eines gröfsten Kreises, welcher folglich senkrecht auf dem Horizonte SDN steht, und setze Kürze halben

AP $= a$	APB $= P$	GB $= y = c - x$	AGP $= n$
BP $= b$	PG $= z$	APG $= o$	NE $= \mathfrak{D}$
AB $= c$	AG $= x$	BPG $= p = P - o$	EG $= \mathfrak{J}$

so findet man aus den Dreiecken APG und BPG

$$\sin n = \frac{\sin a \cdot \sin o}{\sin x} = \frac{\sin b \cdot \sin(P - o)}{\sin y},$$

folglich

$$\sin y \cdot \sin a \cdot \sin o = \sin b \cdot \sin x \cdot \sin(P - o)$$

und

$$\text{tang}\, o = \frac{\sin x \cdot \sin b \cdot \sin P}{\sin y \cdot \sin a + \sin x \cdot \sin b \cdot \cos P}.$$

a) Aber da Bogen DE $= o$, $a =$ AP $= 90° - I$, $b =$ BP $= 90° - I'$, $P =$ DPF $=$ DF $= D - D'$, so wird, wenn man obige Werthe einsetzt,

$$\text{tg}\, o = \frac{\sin x \cdot \cos I' \cdot \sin(D - D')}{\sin(c-x) \cdot \cos I + \sin x \cdot \cos I \cdot \cos(D - D')} = \frac{\sin(D - D')}{\frac{\sin(c-x) \cdot \cos I}{\sin x \cdot \cos I'} + \cos(D - D')}$$

$$\text{cotang}\, o = \text{cotang DE} = \frac{\sin(c - x) \cdot \cos I}{\sin x \cdot \cos I' \cdot \sin(D - D')} + \cot(D - D').$$

Nun ist NE $=$ ND $-$ DE $= D - o = \mathfrak{D}$, und da NL der geographische Meridian, LE die Lage der horizontalen Magnetnadel ist, so ist Winkel ELN *ihre Abweichung*, die also ausgemessen wird durch Bogen NE $= \mathfrak{D} = D - o$.

b) Der Winkel o kann auch folgender Maſsen gefunden werden, ohne voraus c und x zu suchen. Es ist nämlich $MF . \sin x = M'F' . \sin(c - x)$ (§. 22. 1), also $\frac{\sin(c - x)}{\sin x} = \frac{MF}{M'F'}$. Dieser Werth in obiger Gleichung eingesetzt giebt

$$\text{cotang}\, o = \frac{MF . \cos I}{M'F' . \cos I' . \sin(D - D')} + \cot(D - D').$$

Nun ist $\mathfrak{D} = D - o$, folglich $\cot \mathfrak{D} = \cot(D - o) = \frac{\cot D . \cot o + 1}{\cot D - \cot o}$; setzet man für $\cot o$ den obigen Werth ein, so erhält man nach einigen Reductionen

$$\cot \mathfrak{D} = \frac{MF . \cos I . \cos D + M'F' . \cos I' . \cos D'}{MF . \cos I . \sin D + M'F' . \cos I' . \sin D'}.$$

II. Aus den nämlichen Dreiecken findet man ferner

$$\cos n = \frac{\cos a - \cos x . \cos z}{\sin x . \sin z} = \frac{\cos y . \cos z - \cos b}{\sin y . \sin z},$$

folglich

$$\cos z = \frac{\sin y . \cos a + \sin x . \cos b}{\sin y . \cos x + \sin x . \cos y} = \frac{\sin y . \cos a + \sin x . \cos b}{\sin(x + y)}.$$

a) Nun ist $x + y = \text{AG} + \text{BG} = \text{AB} = c$, $z = \text{PG} = 90^\circ - \text{EG} = 90^\circ - \mathfrak{J}$; setzet man zugleich die Werthe ein für y, a, b, bekommt man

$$\sin \mathfrak{J} = \frac{\sin(c - x) . \sin I + \sin x . \sin I'}{\sin c}.$$

b) Sind c und x unbekannt, o aber nach I. b) berechnet, so kann $\mathfrak{J}$ folgender Maſsen bestimmt werden. Aus den Dreiecken AGP und BGP findet man

$$\cot n = \frac{\cot a . \sin z - \cos z . \cos o}{\sin o} = \frac{\cos z . \cos p - \cot b . \sin z}{\sin p},$$

folglich

$$(\cot a . \sin p + \cot b . \sin o) . \text{tang}\, z = \cos p . \sin o + \sin p . \cos o = \sin(p + o) = \sin P,$$

d. i.

$$\cot \mathfrak{J} = \frac{\sin(D - D')}{\text{tang}\, I . \sin p + \text{tang}\, I' . \sin o}, \quad \text{tang}\, \mathfrak{J} = \frac{\text{tang}\, I . \sin p + \text{tang}\, I' . \sin o}{\sin(D - D')}$$

wo $p = D - D' - o$.

c) Ist auch o unbekannt, so kann man aus der obigen Gleichung $\sin \mathfrak{J} = \frac{\sin y \cdot \sin I + \sin x \cdot \sin I'}{\sin c}$ die unbekannten Gröſsen $\sin y = \frac{1}{\sqrt{1 + \cot^2 y}}$ und $\sin x = \frac{1}{\sqrt{1 + \cot^2 x}}$ wegschaffen, indem man aus §. 22. 1 die Werthe von $\cot x$ und $\cot y$ einsetzt. Man erhält dann nach einigen Reductionen

$$\sin \mathfrak{J} = \frac{k \cdot \sin I + k' \cdot \sin I'}{\sqrt{k^2 + (k')^2 + 2kk' \cdot \cos c}} = \frac{k \cdot \sin I + k' \cdot \sin I'}{K}$$

wo $k = MF$, $k' = M'F'$, $\cos c = \sin I \cdot \sin I' + \cos I \cdot \cos I' \cdot \cos(D - D')$ ist, und K die aus beiden Seitenkräften k und k' zusammengesetzte mittlere Kraft (§. 22. 2).

III. Die magnetische Kraft oder Intensität im Orte L findet sich nach §. 22. 2 $= K = MF \cdot \cos x + M'F' \cdot \cos y = \sqrt{M^2F^2 + (M'F')^2 + 2MM' \cdot FF' \cdot \cos c}$, wo $\cos c = \sin I \cdot \sin I' + \cos I \cdot \cos I' \cdot \cos(D - D')$.

Zusatz 1. Bezeichnet m den freien Magnetismus in der einen Hälfte ca der Nadel (Fig. 50), $-m$ in der andern Hälfte cb (§. 22, Zusatz 2), so wird erstere nach der Richtung LG (Fig. 51) getrieben werden von einer Kraft $= Km$, letztere von einer Kraft $= -Km$, d. i. in entgegengesetzter Richtung von einer Kraft $= Km$. Die Nadel wird also, da diese Kräfte gleich groſs und entgegengesetzt sind, keine translatorische Bewegung erhalten, welches auch die Erfahrung bestätigt. Dies setzt jedoch voraus, daſs die mittlere Kraft K dieselbe Intensität durch die ganze Linie ba habe, welches im eigentlichsten Verstande nicht statt findet; da aber unsre Nadeln im Vergleiche mit dem Abstande der Magnetaxen der Erde und mit den Gröſsen derselben als unendlich klein anzusehen sind, so wird auch der Unterschied der Intensität der Kraft K in den Punkten a und b unendlich klein. In geringeren Abständen wird bekanntlich das nächste Ende der Nadel stärker angezogen, als das entfernteste Ende abgestoſsen, und die Nadel bewegt sich nach dem Magneten hin.

Zusatz 2. Der Nadel statisches Moment, oder die Kraft, mit welcher sie sich um ihren Mittelpunkt zu drehen strebt, wenn sie aus der Lage LG

(Fig. 51) gebracht wird, wird $= 2mlK . \sin d$. Um sie in die horizontale Lage LE zu bringen, ist also eine Kraft erforderlich $= 2mlK . \sin ELG = 2mlK . \sin I$. Derjenige Theil der Kraft K, welcher parallel mit der Horizontallinie LE wirkt, wird $= K . \cos ELG = K . \cos I$. Wird also die Nadel in der horizontalen Ebene DEF bis zur Linie LD geführt, welche einen Winkel DLE $= d$ mit der Lage LE der horizontalen Magnetnadel macht, so wird ihr statisches Moment $= 2mlK . \cos I . \sin d$. An einer andern Stelle der Erdoberfläche, wo die mittlere Kraft ist $= K'$ und die Neigung I', wird dieses Moment bey derselben Nadel $= 2mlK' . \cos I' . \sin d$. Werden diese 2 Momente mit P und P' bezeichnet, so ist $P : P' = K . \cos I : K' . \cos I'$, also $K : K' = P \sec I : P' \sec I'$, d. i. die Intensitäten verhalten sich wie die Momente der horizontalen Nadel multiplicirt mit den Secanten der respectiven Neigungen. Das Verhältnifs zwischen der Intensität des Erdmagnetismus an zween verschiedenen Orten, wo die Neigung bekannt ist, kann also mit Zuziehung der Coulombschen Torsionsballance, oder auf die Hauptst. 5, §. 8, Zusatz 2 vorgeschlagene Weise untersucht werden. Lässet man ferner die Nadel an zwey verschiedenen Stellen der Erdoberfläche um die Linie LG in der Vertikalfläche ELP schwingen, so kann die Nadel, solange ihre Masse, Aufhängepunkt und magnetischen Kräfte unverändert bleiben, für einen zusammengesetzten Pendel mit unveränderter Länge angesehen werden, bey welchem demnach die bewegenden Kräfte sich wie das Quadrat der Anzahl der Schwingungen verhalten, oder $N^2 : (N')^2 = K : K'$, wenn N und N' die Anzahl der Schwingungen, K und K' die Intensitäten bezeichnen. Endlich kann man die Nadel um die Linie LE in der horizontalen Ebene DLF schwingen lassen. Ist n und n' die Anzahl der horizontalen Schwingungen, I und I' die Neigung an zween verschiedenen Stellen der Erdoberfläche, so ist $K . \cos I : K' . \cos I' = n^2 : (n')^2$, oder $K : K' = n^2 . \sec I : (n')^2 . \sec I'$. Wird die Nadel in einem ungesponnenen Seidenfaden aufgehängt, so ist ihre Bewegung so frey, als nur möglich, und diese Methode ist darum vielleicht eine der tauglichsten zur Untersuchung des Verhältnisses der Intensitäten. Am sichersten würde es bey der Ausübung seyn, mehrere dieser Methoden anzuwenden, um durch Vergleichung der Resultate gröfsere Sicherheit zu erlangen.

§. 24. Problem. *Wenn die Lage und Gröfse der Magnetaxen bekannt und die Abweichung der Magnetnadel an einem gegebenen Orte beobachtet ist, das Verhältnifs $M : M'$ zwischen den absoluten Kräften beider Magnetaxen zu finden.*

Man berechne wie im vorigen §. die Abweichung und Neigung der Nadel für jede Axe insonderheit, so sind in Fig. 51 folgende Gröfsen bekannt AD $= I$, FB $= I'$, ND $= D$, NF $= D'$, DF $= D - D'$.

a) Hieraus findet man, wie in §. 23, I. 1, $\cos AB = \cos c = \sin I . \sin I' + \cos I . \cos I' . \cos(D - D')$. Nun sey NLE die beobachtete Abweichung; man setze NLE $= \mathfrak{D}$, so ist DE $=$ ND $-$ NE $= D - \mathfrak{D}$; EF $=$ NE $-$ NF $= \mathfrak{D} - D'$. Also sind in den Dreiecken ABP, AGP und GPB folgende Stücke bekannt: AP $= a = 90° - I$, BP $= b = 90° - I'$, APB $= P = D - D'$, APG $= o =$ DE $= D - \mathfrak{D}$, BPG $= p =$ EF $= \mathfrak{D} - D'$. Man suche Bogen AG $= x$. Nun ist $\sin n = \frac{\sin a . \sin o}{\sin x} = \frac{\sin b . \sin p}{\sin(c - x)}$, da $y = c - x$, also $\sin x . \sin b . \sin p = \sin a . \sin o . \sin(c - x)$, woraus folgt

$$\text{cotang}\, x = \text{cotang AG} = \frac{\sin b . \sin p + \sin a . \sin o . \sin c}{\sin a . \sin o . \sin c} = \frac{\sin b . \sin p}{\sin a . \sin o . \sin c} + \cot c,$$

und wenn man die obigen Werthe einsetzt

$$\text{cotang}\, x = \cot c + \frac{\cos I' . \sin(\mathfrak{D} - D')}{\cos I . \sin c . \sin(D - \mathfrak{D})}.$$

In §. 22 ward bewiesen, dafs, wenn eine Magnetnadel von 2 Kräften k und k' getrieben würde, deren Richtungslinien einen Winkel mit einander machten $= c$, und der Winkel x, welchen die Ruhelinie mit der Richtungslinie der Kraft k bildet, bekannt wäre, alsdann wäre $\frac{k}{k'} = \frac{\sin(c - x)}{\sin x}$. Da aber hier $k = MF$, $k' = M'F'$, so erhält man

$$\frac{k}{k'} = \frac{MF}{M'F'} = \frac{\sin(c - x)}{\sin x}, \text{ oder } \frac{M}{M'} = \frac{F' . \sin(c - x)}{F . \sin x}.$$

Man berechne also für beide Magnetaxen die Gröfsen F und F' nach Hauptstück 5, §§. 36, 37; diese Werthe, in obige Formel eingesetzt, geben das

Kraftverhältniſs der Axen $\frac{M}{M'}$, und ist dieses einmal gefunden, so lassen sich die Probleme in §. 23 vollständig lösen.

b) Noch kürzer kann man, ohne c und x zu berechnen, folgender Maſsen verfahren. Nach §. 23, I. 3. b) ist

$$\text{cotang}\, o = \frac{MF \cdot \cos I}{M'F' \cdot \cos I' \cdot \sin(D - D')} + \cot(D - D');$$

aber $\mathfrak{D} = D - o$, folglich $o = D - \mathfrak{D}$. Man erhält also

$$\frac{M}{M'} = \frac{[\cot(D - \mathfrak{D}) - \cot(D - D')] \cdot F' \cos I' \cdot \sin(D - D')}{F \cdot \cos I} = \frac{F' \cdot \cos I' \cdot \sin(\mathfrak{D} - D')}{F \cdot \cos I \cdot \sin(D - \mathfrak{D})}.$$

§. 25. Problem. *Wenn die magnetische Neigung an einem Orte der Erde beobachtet und die Gröſse und Lage der Magnetaxen bekannt ist, das Verhältniſs zwischen den absoluten Kräften der Magnetaxen, oder den Verhältniſsexponenten* $\frac{M}{M'}$ *zu finden.*

Die nämlichen Gröſsen werden berechnet, wie in §. 24, nämlich D, D', I und I' nebst den Functionen F und F'. Die beobachtete Neigung sey EG $= \mathfrak{J}$ (Fig. 51), so ist PG $= 90° -$ EG $= 90° - \mathfrak{J}$. Also sind folgende Gröſsen bekannt: AP $= a$, BP $= b$, AB $= c$, PG $= z$. Man suchet Bogen AG $= x$.

Aus den Dreiecken AGP und ABP findet man

$$\cos A = \frac{\cos z - \cos a \cdot \cos x}{\sin a \cdot \sin x} = \frac{\cos b - \cos c \cdot \cos a}{\sin c \cdot \sin a},$$

also ist

$$\cos z \cdot \sin c - \cos a \cdot \sin c \cdot \cos x = (\cos b - \cos c \cdot \cos a) \sin x$$

oder

$$A \cdot \sin x + B \cdot \cos x = C,$$

wenn man setzet $\cos b - \cos c \cdot \cos a = A$, $\cos a \cdot \sin c = B$, $\cos z \cdot \sin c = C$. Man dividire die Gleichung mit B, so findet man

$$\frac{A}{B} \cdot \sin x + \cos x = \frac{C}{B}.$$

Ferner suche man einen Winkel m von der Beschaffenheit, daſs $\operatorname{tang} m = \frac{A}{B}$, so wird

$$\operatorname{tang} m \cdot \sin x + \cos x = \frac{C}{B},$$

folglich

$$\sin m \cdot \sin x + \cos m \cdot \cos x = \frac{C \cdot \cos m}{B} = \cos(m - x).$$

Setzet man $\cos n = \frac{C \cdot \cos m}{B}$, so ist $\cos(m - x) = \cos n$, d. i. $\pm (m - x) = n$, also $x = m \mp n$.

Setzet man nun die Werthe für die Gröſsen A, B und C ein, so kann man sich folgende Regeln abziehen, um x zu finden: Man suche einen Winkel m von der Beschaffenheit, daſs $\operatorname{tang} m = \frac{\sin I' - \sin I \cdot \cos c}{\sin I \cdot \sin c} = \frac{\sin I'}{\sin c \cdot \sin I} - \cot c$, und demnächst einen Winkel n von der Beschaffenheit, daſs $\cos n = \frac{\sin c \cdot \sin \mathfrak{J} \cdot \cos m}{\sin c \cdot \sin I} = \frac{\sin \mathfrak{J} \cdot \cos m}{\sin I}$. Man findet dann $x = m \mp n$.

Ist AG $= x$ gefunden, so findet man BG $= c - x$, und also $\frac{M}{M'} = \frac{\sin(c - x) \cdot F'}{\sin x \cdot F}$, wie in vorigem §.

Zusatz 1. Diese Auflösung giebt 2 verschiedene Werthe für AG, welches nach der Natur der Sache nothwendig ist. ZSPR (Fig. 52) sey eine Sphäre um Punkt L, durch welchen der gröſste Kreis RABS geht. EF sey dieses Kreises Axe; ZP sey ein anderer Diameter der Sphäre, und RZSP ein anderer gröſster Kreis, welcher durch beide Diameter EF und ZP geht. Im gröſsten Kreise RBS sey Bogen AB zwischen den Punkten A und B und die Entfernung dieser 2 Punkte vom Punkte P gegeben; man sucht die Lage eines Punktes G im Bogen AB, welcher eine gewisse gegebene Entfernung PG $= z$ vom Punkte P hat (welcher also, wofern die Aufgabe möglich seyn soll, gröſser seyn muſs als AP und kleiner als BP), d. i. Bogen AG.

Wenn Kreis RBS nicht senkrecht ist auf Diameter ZP, so fällt in die Au-

gen, daſs ein Punkt R in jenem seyn muſs, welcher zunächst P ist, und ein anderer Punkt S, der am weitesten von P ist, und daſs PS $= 180° - \text{PR}$; ferner, daſs es 2 Punkte G und *g* im Kreise RBSg in gleicher Entfernung vom Punkte R geben muſs, welche die verlangte Entfernung von P haben. Diese 2 Punkte können folgender Maſsen gefunden werden: In dem Dreiecke APB ist

$$\cos A = \frac{\cos \text{PB} - \cos \text{AP} \cdot \cos \text{AB}}{\sin \text{AP} \cdot \sin \text{AB}},$$

und aus dem Dreiecke APS, welches bey S rechtwinklig ist, findet sich

$$\text{tang AS} = \cos A \cdot \text{tang AP} = \frac{\cos \text{PB} - \cos \text{AP} \cdot \cos \text{AB}}{\cos \text{AP} \cdot \sin \text{AB}}.$$

Setzet man AS $= m$, AP $= 90° - I$, BP $= 90° - I'$, AB $= c$, so hat man

$$\text{tang}\, m = \frac{\sin I' - \sin I \cdot \cos c}{\sin I \cdot \sin c}.$$

Aus den Dreiecken APS und GPS findet man

$$\cos \text{PS} = \frac{\cos \text{AP}}{\cos \text{AS}} = \frac{\cos \text{PG}}{\cos \text{GS}}, \text{ also } \cos \text{GS} = \frac{\cos \text{PG} \cdot \cos \text{AS}}{\cos \text{AP}}.$$

Setzet man GS $= n = Sg$, PG $= 90° - \mathfrak{J}$, AS $= m$, AP $= 90° - I$, so hat man

$$\cos n = \frac{\sin \mathfrak{J} \cdot \cos m}{\sin I}.$$

Nun ist AS — GS $= m - n =$ AG; die Differenz dieser Bogen giebt also den Punkt G. Ferner ist AS + SG = AS + Sg $= m + n =$ ASg; die Summe der Bogen giebt also den andern Punkt *g*, welcher die verlangte Entfernung von P hat. Und hieraus ist zugleich deutlicher, als aus der vorigen Auflösung zu ersehen, was *m* und *n* für Bogen sind.

Wendet man dies auf unser jetziges Problem an, so sieht man 1) daſs, wenn *A* und *B* beide auf derselben Seite des Diameters RS liegen, PG kleiner seyn muſs als PB und zugleich gröſser als PA, wenn Punkt G nach der Voraussetzung des Problems in den Bogen AB fallen soll; ist nämlich PG < AP, so wird GS > AS, d. i. $n > m$, also AG = AS — GS $= m - n$ negativ, und G fällt auf die linke Seite des Punktes A; ist PG > PB, so wird AS — GS > AB, d. i. Punkt G fällt auf die rechte Seite des Punktes B.

Aber da der Punkt, welcher die Lage der mittleren Kraft bestimmt, nothwendig zwischen die Punkte A und B fallen muſs, welche die Lage der beiden Seitenkräfte bestimmen, so weist dieses aus, daſs die Gröſse von AP oder BP oder die berechneten Neigungen I und I' unrichtig seyn müssen, folglich auch die gebrauchten Elemente, d. i. entweder die angenommene Gröſse oder Lage der Magnetaxen. 2) Liegen hingegen A und B jeder auf seiner Seite des Diameters RS, so kann gern PG kleiner seyn als PA und PB, ohne daſs darum Punkt G auſserhalb des Bogens AB zu fallen brauchte. Wofern in diesem Falle $m + n < AB$, so könnte es zweifelhaft seyn, ob man setzen sollte $AG = m - n$, oder $AG = m + n$.

Zusatz 2. Wenn also die Neigung an einem Orte beobachtet ist, kann die Abweichung, selbst ohne daſs der Magnetaxen gegenseitiges Kraftverhältniſs oder $\frac{M}{M'}$ bekannt wäre, daraus berechnet werden; denn, wenn $AG = x$ und $BG = c - x$ bekannt sind, so findet sich nach §. 23 I. 3. a)

$$\text{cotang}\, o = \text{cotang}(D - \mathfrak{D}) = \frac{\sin(c - x) \cdot \cos I}{\sin x \cdot \cos I' \cdot \sin(D - D')} + \text{cotang}(D - D'),$$

also Abweichung $\mathfrak{D} = D - o$.

§. 26. Noch bleibt endlich übrig, die Länge der Magnetaxen, d. i. ihr Verhältniſs zum Erddurchmesser, oder die Gröſse Q (§. 20) zu bestimmen. Diese Aufgabe direct aufzulösen, würde äusserst schwierig, eine indirecte Auflösung hingegen sehr leicht seyn, wozu man sich entweder der Abweichung, oder der Neigung, oder der magnetischen Kraft bedienen kann.

I. Aus *Humboldts* und *Bertrands* Beobachtungen (Hauptst. 2, S. 71) ist zu ersehen, daſs, setzet man die magnetische *Kraft* in Peru, wo die Neigung $= 0°$ ist, $= 1$, alsdann die Kraft in Mexico (wo die Neigung $= 42° \, 10'$ ist) seyn würde $= 1{,}3155$, in Paris (bey einer Neigung $= 69° \, 28'$) $= 1{,}3482$, in Port du Nord (auf Van Diemens Land, wo die Neigung $= 70° \, 50'$ ist) aber $= 1{,}5773$. Hiernach scheint es glaublich, daſs die Kraft in der Nähe der Magnetpole (oder in dem Punkte, wo die Neigung $= 90°$ ist) kaum 2,0000 übersteigen könne. Im 5ten Hauptstücke (§. 41, S. 242) befindet sich eine Tafel mit doppelten Eingängen, welche die Gröſse der Intensität F für ver-

schiedene Werthe von ϱ und u*) ausweiset. Hieraus ist sichtlich, dafs, wenn $\varrho = 1\frac{1}{8}$, dann das Verhältnifs zwischen den Intensitäten am Pole (wo $u = 0°$), und am Aequator (wo $u = 90°$) seyn würde $= 3,513 : 0,192 = 18,3 : 1$; wenn $\varrho = 1\frac{1}{4}$, wird dieses Verhältnifs gefunden $= 1,890 : 0,154 = 12,3 : 1$ u. s. w. Vergleichet man hiermit in der Tafel §. 11 (S. 147) die Intensitäten am Pole und am Aequator, nach den Formeln b und β berechnet, so erhält man folgende Uebersicht:

ϱ	Intensität Pol	Intensität Aequator	Verhältnifs
$1\frac{1}{8}$	3,5130	0,1920	18,30 : 1
$1\frac{1}{2}$	0,6370	0,1020	6,24 : 1
2	0,1826	0,0498	3,67 : 1
3	0,0433	0,0167	2,59 : 1
4	0,0170	0,0074	2,31 : 1
5	0,0084	0,0038	2,20 : 1

Hiernach schon scheint es glaublich, dafs ϱ wenigstens etwas über 2 seyn müsse, d. i. dafs die Länge der Magnetaxen nicht gröfser seyn könne, als ein halber Erddurchmesser. Man setze also $Q = 2$, und berechne nach §. 23. III. die magnetische Kraft in *Humboldts* Nulpunkte in Peru, wie auch in Mexico, Paris oder Port du Nord. Findet sich das Verhältnifs zwischen ersterem und einem der letzteren, z. B. Port du Nord, gröfser als $1 : 1,5773$, so ist dies eine Anzeige, dafs man die Magnetaxen zu grofs, d. i. Q zu klein angenommen habe. Man gebe also Q gröfsere und gröfsere Werthe, bis das berechnete Verhältnifs zwischen den Intensitäten mit den beobachteten übereinstimmt. Auf diese Weise kann man die Gröfse der stärkeren Axe BA, aber nicht füglich der schwächeren *ba* ziemlich genau bestimmen, indem es noch an Intensitätsbeobachtungen in der Nähe ihrer Pole, d. h. in Sibirien und am Feuerlande, fehlt.

II. Man wähle einen Ort in der Nähe eines der Magnetpole (z. B. für die stärkere Axe Albany Fort in der Hudsonsbay, oder Port du Nord in Van Diemens Land, für die schwächere Axe Petersburg oder Christmafs Sund im Feuerlande), wo die *Neigung* mit Genauigkeit bestimmt ist; setze $Q = 2$, und

*) Durch einen Druckfehler steht am angeführten Orte u statt u.

berechne nach §. 23. II. die Neigung. Findet sich diese zu klein, so setzet man Q nach und nach gröſser, d. i. die Magnetaxe kleiner, bis die berechnete Neigung der beobachteten gleich gefunden wird.

III. In §. 24. b) ward gefunden

$$\frac{M}{M'} = \frac{F' \cdot \cos I' \cdot \sin(\mathfrak{D} - D')}{F \cdot \cos I \cdot \sin(D - \mathfrak{D})},$$

wo $\mathfrak{D}$ die beobachtete *Abweichung* bezeichnet. Ist an einer andern Stelle die beobachtete Abweichung $= \mathfrak{d}$, so findet man auf dieselbe Weise

$$\frac{M}{M'} = \frac{f' \cdot \cos i' \cdot \sin(\mathfrak{d} - d')}{f \cdot \cos i \cdot \sin(d - \mathfrak{d})} = \frac{F' \cdot \cos I' \cdot \sin(\mathfrak{D} - D)}{F \cdot \cos I \cdot \sin(D - \mathfrak{D})},$$

also

$$\frac{F'f}{Ff'} = \frac{\cos I \cdot \sin(D - \mathfrak{D}) \cdot \cos i' \cdot \sin(\mathfrak{d} - d')}{\cos I' \cdot \sin(\mathfrak{D} - D') \cdot \cos i \cdot \sin(d - \mathfrak{d})}.$$

Man wähle also zwey Orte, wo die Abweichung $\mathfrak{D}$ und $\mathfrak{d}$ durch Beobachtung genau bestimmt ist, den einen nahe an den Polen der stärkeren Axe (z. B. Hudsonsstraſse oder Van Diemens Land), den andern nahe an denjenigen der schwächern Axe (z. B. Petersburg oder das Feuerland). Man gebe den Gröſsen Q und Q' für beide Axen einen willkührlichen Werth, z. B. $Q = Q' = 2$, berechne hierauf nach §§. 20, 21, 23 an diesen Orten für beide Axen die Intensitäten F, F', f und f', die Abweichungen D, D' d und d', die Neigungen I, I', i und i'. Werden beide Seiten der obigen Gleichung gleich groſs, so hat man die rechten Werthe von Q und Q' getroffen; im entgegengesetzten Falle gebe man Q und Q' nach und nach verschiedene Werthe, bis Gleichheit statt findet. Sind Q und Q' solchergestalt gefunden, so wird dadurch zugleich der Werth von $\frac{M}{M'}$ gefunden.

Zusatz 1. Hierbey darf man nicht vergessen, daſs positive Werthe von D, $\mathfrak{D}$ und D' westliche, negative Werthe östliche Abweichung bezeichnen.

Zusatz 2. Diese drey Bestimmungsarten können sich gegenseitig berichtigen und bestätigen. Es ergiebt sich hieraus, wie überaus wichtig für die Theorie es seyn würde, *vollständige* magnetische Beobachtungen (Beobachtungen aller drey magnetischen Erscheinungen, Abweichung, Neigung und

Kraft) nahe den vier erwähnten Punkten zu haben, wie es denn auch zur Berichtigung der Excentricität der Magnetaxe äusserst zweckdienlich seyn würde, im Besitze einer Reihe vollständiger Beobachtungen auf verschiedenen Punkten an der Linie ohne Neigung zu seyn.

§. 27. Wofern die im dritten Hauptstücke bestimmten vier Convergenzpunkte die nämlichen wären wie die eingebildeten Magnetpole (§. 2), so dafs sich nach gedachtem Hauptstücke für jeden vergangenen und künftigen Zeitpunkt die Lage der Magnetaxen bestimmen liefse; so wäre man im Stande, wenn der Magnetaxen Gröfse und wechselseitiges Kraftverhältnifs nach §§. 24, 25, 26 bestimmt worden, in Gemäfsheit der in gegenwärtigem Hauptstücke aufgestellten Theorie, die magnetische Abweichung, Neigung und Kraft für alle vergangene und künftige Zeiten an jedem beliebigen Orte, dessen geographische Länge und Breite gegeben wäre, zu berechnen. Aber gar leicht läfst sich darthun, dafs jene Convergenzpunkte von den eingebildeten Magnetpolen verschieden seyn müssen. Wir kennen also die Lage der Magnetaxen noch nicht genau; eine neue Untersuchung desfalls mufs vorausgeschickt werden, und dies soll der Gegenstand des nächsten Hauptstückes seyn.

§. 28. Um die in der vorhergehenden Theorie vorkommenden Formeln besser übersehen zu können, habe ich sie hier zusammengestellt.

1) $\sin\mu = \cos\varepsilon \,.\, \sin p + \sin\varepsilon \,.\, \cos p \,.\, \cos(q - \zeta)$

2) $\cot(\nu + \delta) = \cos\varepsilon \,.\, \cot(q - \zeta) - \sin\varepsilon \,.\, \operatorname{tang} p \,.\, \operatorname{cosec}(q - \zeta)$

3) $\cot\Delta = \cot\varepsilon \,.\, \cos p \,.\, \operatorname{cosec}(q - \zeta) - \sin p \,.\, \cot(q - \zeta)$

4) $\cot\varphi = \dfrac{\sin\alpha}{\cos\mu \,.\, \sin\nu} + \cot\nu$

5) $R = \sqrt{1 + \sin^2\alpha + 2\sin\alpha \,.\, \cos\mu \,.\, \cos\nu}$

6) $\cos\eta = \sin\alpha \,.\, \sin\varphi$

7) $\cos u = \dfrac{\sin\mu}{R}$

8) $\cos v = \dfrac{\sin\mu}{\sin\eta}$

9) $\cot\omega = \dfrac{(A + B.\cos 2u + C.\cos 4u + \ldots)\sin 2u}{\mathfrak{A} + \mathfrak{B}.\cos 2u + \mathfrak{C}.\cos 4u + \ldots} = \dfrac{Z}{N}$

10) $i = v - \omega$

11) $F = Z \,.\, \cos\omega + N \,.\, \sin\omega = Z \,.\, \sec\omega = N \,.\, \mathrm{cosec}\,\omega$

12) $\sin f = \mathrm{tang}\,\mu \,.\, \cot\eta$

13) $\mathrm{tang}\, g = \mathrm{tang}\, i \,.\, \cos\eta$

14) $\sin I = \sin i \,.\, \sin\eta$

15) $D = \Delta - (f + g)$

16) $\cos c = \sin I \,.\, \sin I' + \cos I \,.\, \cos I' \,.\, \cos(D - D')$

17) $K = \sqrt{M^2F^2 + (M'F')^2 + 2MM'FF' \,.\, \cos c}$

18) $\sin \mathfrak{J} = \frac{MF \,.\, \sin I + M'F' \,.\, \sin I'}{K}$

19) $\cot o = \frac{MF \,.\, \cos I}{M'F' \,.\, \cos I' \,.\, \sin(D - D')} + \cot(D - D')$

20) $\mathfrak{D} = D - o.$

Siebentes Hauptstück.

Genauere Bestimmung der Lage der Magnetpole, ihrer Gröſse und des Verhältnisses ihrer absoluten Kräfte.

---

§. 1. Die im dritten Hauptstücke gefundenen vier *Convergenzpunkte* der Magnetnadel können nicht die nämlichen seyn, wie die im vorigen Hauptstücke erwähnten *eingebildeten Magnetpole*, d. h. die Endpunkte der Magnetsehnen. Jene Punkte wurden nämlich gefunden, indem man sich die Richtungslinie der horizontalen Magnetnadel verlängert auf die Erdoberfläche, als den Bogen eines gröſsten Kreises dachte, und indem man den Durchschnittspunkt mehrerer solcher magnetischen Richtungslinien berechnete. Wofern 1) die Erde nur Eine Magnetaxe hätte, wofern 2) die horizontale Magnetnadel immer im magnetischen Meridiane läge, wofern endlich 3) alle magnetischen Meridiane groſse Kreise wären; so würden die auf diese Weise gefundenen Convergenzpunkte die Endpunkte der Magnetsehne seyn. Finden diese drey Bedingungen nicht statt, so werden die Convergenzpunkte mehr oder minder verschieden von den eingebildeten Magnetpolen.

I. $a'b'$ (Fig. 45) sey die magnetische Ruhelinie im Punkte L; diese muſs nothwendig in der Fläche des magnetischen Meridianes AeLB liegen. Ist nun die Excentricität $C\gamma = 0$, so fallen die Punkte B und A mit den Punkten b und a zusammen, also wird $bB = aA = \alpha = 0°$, $\cos\eta = \sin\varphi \cdot \sin\alpha = 0$ (Hauptst. 6, §. 18. 1), also $\eta = 90°$, d. i. jeder magnetische Meridian AeLB stehet dann senkrecht gegen die Erdoberfläche, oder ist ein Vertikalkreis (Hauptst. 6, §. 7). Beschweret man nun den Endpunkt b' der Nadel $a'b'$ mit einem kleinen Gewichte, welches hinreicht, um sie zur Annahme einer horizontalen Lage zu bringen, so wird die Nadel Tangente des Meridianes AeLB im Punkte L werden, da dieser Meridian senkrecht gegen die Erdoberfläche ist, und also sowohl die Schwere als die magnetischen

Kräfte in derselben Fläche AeLB wirken. Die verlängerte Richtung der horizontalen Magnetnadel wird dann in diesem Falle nichts anders als der Bogen LdB, welcher, da die Excentricität oder der Bogen Bb = o ist, ein Bogen eines gröſsten Kreises wird, der durch den Endpunkt B der magnetischen Sehne geht. Da dieses auch von jedem andern Punkte der Erdoberfläche gilt, so erhellet, *daſs, hätte die Erde nur Eine Magnetaxe, und die Excentricität dieser wäre* = o, *die verlängerten Richtungslinien der horizontalen Magnetnadel einander in den Endpunkten der magnetischen Sehne schneiden würden.*

II. Hat die Erde nur *Eine Magnetaxe*, aber ist diese *excentrisch*, so liegt zwar die magnetische Ruhelinie $a'b'$ (Fig. 45), oder die Lage der Neigungsnadel in der Fläche des magnetischen Meridianes BLe; da aber dieser nicht senkrecht ist gegen die Erdoberfläche, so muſs das Gegengewicht, das in b' angebracht wird, um der Nadel eine horizontale Lage zu ertheilen, selbige nothwendig aus der Meridianfläche BLe bringen, so daſs die horizontale Magnetnadel nicht Tangente des Meridianes BLe im Punkte L wird. Wir haben nämlich gesehen (Hauptst. 6, §. 21), daſs, wenn der Kreis ZRNH (Fig. 48) die Fortsetzung ist des Vertikalkreises bLQ (Fig. 47), und der Kreis BTMA (Fig. 48) die Fortsetzung des magnetischen Meridians eLB (Fig. 47), dann LT (Fig. 48) Tangente des Meridianes eLB in demselben Punkte L (Fig. 47) wird. Ist nun LM (Fig. 48) die magnetische Ruhelinie, und man beschweret den Endpunkt der Nadel, welcher über dem Horizonte ist, mit einem kleinen Gewichte, um sie in eine horizontale Lage zu versetzen, so wird sie die Lage $L\beta$ annehmen, welche in einem Vertikalkreise ZMN durch die Ruhelinie LM liegt, indem die Wirkung der Schwere allemal vertikal ist. Da nun die Lage der horizontalen Nadel $L\beta$ und nicht LT ist, so erhellet, daſs sie ausserhalb des Meridianes eLB (Fig. 47) fällt, und also wird ihre Verlängerung nicht durch den Punkt B gehen, sondern den ersten Meridian in einem Punkte schneiden, der zwischen B und F liegt. Da solches auch von allen andern Punkten auf der Erdoberfläche gilt, so ergiebt sich, *daſs der Convergenzpunkt, in welchem die verlängerten magnetischen Richtungslinien in der Nähe des Poles B einander schneiden, wofern die Magnetaxe excentrisch ist, irgendwo im ersten magnetischen Meridiane zwischen dem Endpunkte B der Magnetsehne und dem*

pericentrischen Endpunkte F des magnetischen Durchmessers falle. Folglich wird die Excentricität in diesem Falle zu grofs gefunden werden.

III. Hat endlich die Erde *zwey Magnetaxen*, so giebt die horizontale Magnetnadel, getrieben von den Kräften LA und LB (Fig. 51), die Lage LE statt LD oder LF an, worin sie in Ruhe gewesen seyn würde, falls die eine oder die andere der Magnetaxen allein gewirkt hätte; und also werden die gefundenen Convergenzpunkte noch weit verschiedener von den gesuchten Endpunkten der Magnetsehnen seyn. Sind die Beobachtungen, aus welchen die Convergenzpunkte gefunden worden, nahe am Punkte B (Fig. 45) gewählt, so wird die Intensität der Magnetaxe *aß* bedeutend gröfser seyn, als die Intensität der andern Axe, und dadurch wird sich wohl dieser Fehler etwas vermindern, ob er gleich, da die Länge der Magnetaxen kleiner ist, als ein halber Erddurchmesser (Hauptst. 6, §. 26), und folglich die Intensität nahe an den Magnetpolen nicht sehr stark seyn kann, doch immer bedeutend bleibt. Aus diesem Grunde sind die Beobachtungen, durch welche die Lage dieser Punkte im dritten Hauptstücke bestimmt ist, so nahe als möglich bey den Convergenzpunkten selbst gewählt.

Zusatz. Wir sind hier auf den schwierigsten Knoten in der ganzen Untersuchung gekommen. Aus dem Obigen erhellt, dafs wir von den Magnetaxen der Erde eben nicht viel mehr wissen, als ihre Anzahl. Ihre genaue Lage, ihre Länge und übrigen Dimensionen nebst ihrem Kraftverhältnifse sind uns beynahe gänzlich unbekannt. Die Gröfse liefse sich nach Hauptst. 6, §. 26 finden, wenn die Lage und das Kraftverhältnifs genau bestimmt wären; das Kraftverhältnifs liefse sich nach §§. 25, 24 finden, wenn Lage und Gröfse bekannt wären; irgend eine Methode zu genauerer Bestimmung der Lage anzugeben, wird schwierig seyn. Hier zeigen sich nämlich nicht weniger als 11 gröfstentheils unbekannte Gröfsen; jede derselben hat Einflufs auf die Lage der Magnetnadel, und zu bestimmen, wie grofse Wirkung jede habe, ist beynahe unmöglich. Die weitläuftigen und ermüdenden Berechnungen anzuführen, welche ich Anfangs versuchte, um wo möglich der Wahrheit etwas näher zu kommen, würde weder unterhaltend noch belehrend seyn. Endlich ergab sich mir eine Methode, mittelst welcher die fehlerhaften Elemente nach und

nach verbessert wurden. Ob es gleich möglich ist, daſs der von mir eingeschlagene Weg weder am geschwindesten noch leichtesten zum Ziele führen möchte, so will ich denselben doch obenhin andeuten; vielleicht könnte ein Anderer, der mit gröſserer Stärke in der Analyse und einem schärferen Blicke ausgerüstet wäre, dadurch geleitet, einen sichreren Abschneideweg entdecken. Man betrachte diese ganze Arbeit, insonderheit gegenwärtiges Hauptstück, bloſs als einen Versuch, dessen Zweck es ist, darzuthun, daſs die drey bekannten magnetischen Erscheinungen der Erde sich wenigstens als eine Approximation durch die Annahme zweyer magnetischen Axen darstellen lassen. Gelingt es mir, dies zu beweisen, so ist meine Absicht erreicht; dann wird es einleuchten, daſs das Magnetsystem der Erde kein ganz unzugängliches Labyrinth sey, aus dessen Irrgängen sich herauszuwinden man vergebens Zeit und Kräfte verschwende.

§. 2. Obgleich also die vier Convergenzpunkte die Lage der Magnetaxen nicht genau angeben, so lassen wir dieses bis aufs Weitere ausser Betracht. Reduciret man die Lage dieser Punkte nach dem dritten Hauptstücke auf das Jahr 1775, so findet sich

Magnetpunkt.	Abstand vom Pole.	Länge Ferro.
B	19° 48′	278° 55′
A	20 54	153 46
b	4 23	120 46
a	12 42	254 6

Hier bezeichnet B den Nordpunkt, A den Südpunkt der stärkeren Axe; *b* den Nordpunkt, *a* den Südpunkt der schwächeren Axe.

Also findet man für die Axe AB (Hauptst. 6, §. 16) $b = 19° 48'$, $a = 20° 54'$, $\gamma = 278° 55' - 153° 46' = 125° 9'$; und aus diesen ursprünglichen Elementen findet sich wieder $\alpha = 9° 9'$, $d = 89° 10'$, $n = 64° 55'$, $\varepsilon = 18° 4'$, $\psi = 92° 33'$, $\delta = 87° 19'$. Also wird die Länge des pericentrischen Endpunktes F des magnetischen Durchmessers (Fig. 46) gleich

der Länge des Punktes B — $n = 278^\circ 55' - 64^\circ 55' = 214^\circ 20'$; und die Länge des Nordpoles des magnetischen Aequators oder $\zeta = 214^\circ 2' + \psi = 214^\circ 20' + 92^\circ 33' = 306^\circ 53'$.

Auf dieselbe Weise findet man für die Axe *ab*: $b' = 4^\circ 25'$, $a' = 12^\circ 42'$, $\gamma = 120^\circ 46' - 254^\circ 6' = -133^\circ 20'$ (§. 16, Zusatz 5); folglich $\alpha' = 5^\circ 6'$, $d' = 83^\circ 2'$, $n = -114^\circ 58'$, $\varepsilon' = -8^\circ 1'$, $\psi' = -150^\circ 11'$, $\delta = -29^\circ 41'$. Also wird die Länge des pericentrischen Endpunktes des Diameters $= 120^\circ 46' + 114^\circ 58' = 235^\circ 44$, die Länge des Nordpoles des magnetischen Aequators oder $\zeta' = 235^\circ 44' - 150^\circ 11' = 85^\circ 33'$.

§. 5. Zur Bestimmung der *Gröfse* der stärkern Axe AB wollen wir eine Beobachtung von *Hutchins* in der Hudsonsstraſse den 23sten Juli 1774, Breite $62^\circ 5'$ N., Länge 69° W. London ($308^\circ 52'$ O. Ferro), Neigung $= 82^\circ 42'$ N., Abweichung $= 43^\circ$ W. (*Philos. Trans. Y. 1775 p. 129*) wählen. Werden diese Werthe in die Formeln (Hauptst. 6, §§. 17-20) eingesetzt, so findet sich, da $p = 62^\circ 5'$, $q - \zeta = 308^\circ 52' - 306^\circ 53' = 1^\circ 59'$, aus den obigen Werthen von α, ε und δ (§. 2): $\mu = 80^\circ 6'$, $\nu = -82^\circ 48'$, $R = 1{,}01593$, $\varphi = -43^\circ 22'$, $\eta = 96^\circ 16'$, $u = 14^\circ 9'$, $v = 7^\circ 41'$.

Man setze nachgerade Q (§. 18) $= 5, 4, 5, 10, \infty$, d. i. die Magnetaxe gleich $\frac{1}{5}, \frac{1}{4}, \frac{1}{2}, \frac{2}{7}, \frac{1}{10}, \frac{1}{\infty}$ des Erddurchmessers, so wird $\rho = Q.R = 5{,}04779$, $4{,}06372$, $5{,}07965$, $10{,}1593$, ∞. Werden diese Werthe von ρ eingesetzt in Hauptst. 5, §. 21 und Zusatz, so findet man $\omega = -66^\circ 26'$, $-67^\circ 28'$, $-67^\circ 55'$, $-74^\circ 35'$, $-74^\circ 44'$; also findet man nach Hauptst. 6, §. 20, die schiefe Neigung BLa' (Fig. 45) oder TLM (Fig. 48) $= i = 74^\circ 7'$, $75^\circ 9'$, $75^\circ 56'$, $82^\circ 18'$, $82^\circ 25'$. Da $\sin \beta LM = \sin TLM . \sin \beta TM$ (Fig. 48) oder $\sin I = \sin i . \sin \eta$ (Hauptst. 6, §. 21), so findet sich für obige Werthe von ρ die senkrechte Neigung wegen der Axe AB oder $I = 72^\circ 57'$, $73^\circ 55'$, $74^\circ 20'$, $80^\circ 5'$, $80^\circ 11'$.

Bogen AD (Fig. 51) sey die solchergestalt berechnete Neigung I; berechnete man auf dieselbe Weise die Neigung BF $= I'$, welche die Nadel haben würde, falls die schwächere Magnetaxe allein auf sie wirkete, so würde diese kleiner werden als I, da der Beobachtungsort entfernter vom Nordpole dieser Axe liegt, und demnach würde die von beiden Axen bewirkte Neigung EG

$= \mathfrak{J}$ kleiner werden als 80°, wenn man auch annähme $Q = 10$, oder $Q = \infty$, d. i. die Magnetaxe $\frac{1}{10}$ der Erdaxe, oder unendlich klein. Da die Neigung durch Beobachtung an diesem Orte gefunden ist $= 82° \; 42'$, so läfst sich hieraus schliefsen: 1) dafs der Winkel ε, welchen der Aequator der stärkern Magnetaxe mit dem Aequator der Erde bildet, oder welchen die Axe jenes Aequators mit der Erdaxe macht, grofser seyn müsse als 18° 4′, d. i. gröfser als der durch die Convergenzpunkte (§. 2) gefundene; 2) dafs die stärkere Magnetaxe ziemlich klein seyn müsse im Verhältnisse zur Erdaxe, welches auch der geringe Zuwachs der Intensität nach den Polen hin zu erkennen zu geben scheint (Hauptst. 6, §. 26), und dafs man vorläufig zur Erleichterung des Calculs jene unendlich klein annehmen könne.

In Petersburg fand *Krafft* im Jahre 1778 die Neigung $= 72° \; 36'$; die Breite ist 59° 56′, die Länge 47° 59′ von Ferro. Berechnet man nun auf die nämliche Weise die Neigung I', welche die Nadel in Petersburg haben würde, wofern die schwächere Axe allein wirkete, so wird man auch diese zu klein finden, setzete man nicht etwa auch hier $Q = 10$ oder ∞. Man kann also vorläufig beide Axen als unendlich klein annehmen, und folglich den Winkel ω berechnen nach der Formel $\cot \omega = \frac{-\sin 2u}{\frac{1}{3} + \cos 2u}$ (Hauptst. 5, §. 21, Zusatz), und die Intensität $mF = k$ nach der Formel $k = \frac{m}{4\varrho^3} \sqrt{10 + 6 \cos 2u}$ (ebendaselbst §. 39).

§. 4. Der Kreis AHQ (Fig. 53) sey der Aequator der Erde, Pp seine Pole, MN sey der Aequator der stärkeren Magnetaxe, welcher nach §. 2 einen Winkel AFM $= \varepsilon = 18° \; 4'$ mit dem Aequator der Erde bildet und denselben in einem Punkte F schneidet, dessen Länge ist gleich $\zeta + 90° = 306° \; 53' + 90° = 36° \; 53'$; der Kreis *mn* sey der Aequator der schwächern Magnetaxe, der mit dem Aequator der Erde einen Winkel QEn $= \varepsilon' = 8° \; 1'$ bildet und denselben in einem Punkte E schneidet, dessen Länge ist $= \zeta' - 90° = 85° \; 33' - 90° = -4° \; 27'$. Der Bogen EI des Aequators, der zwischen diesen beiden Knoten liegt, wird also $= \zeta + 90° - (\zeta' - 90°) = 36° \; 53' + 4° \; 27' = 41° \; 20'$. Da beide Aequatorialflächen MN und *mn*

größte Kreise sind, werden sie einander in einem Durchmesser schneiden, dessen einer Endpunkt G südlich, der andere eben so weit nördlich vom Aequator der Erde liegt. Die Lage dieser Punkte wird folgender Maßen gefunden: PGp sey ein geographischer Meridian durch G, welcher den Aequator der Erde in H schneidet; man setze EF $= l$, EH $= x$, also HF $= l - x$, HG $= y$, HFG $= \varepsilon$, HEG $= \varepsilon'$, so findet man aus den Dreiecken EHG und FHG, welche rechtwinklig bey H sind,

$$\text{tg}\, y = \text{tg}\, \varepsilon . \sin(l - x) = \text{tg}\, \varepsilon' . \sin x = \text{tg}\, \varepsilon . \sin l . \cos x - \text{tg}\, \varepsilon . \cos l . \sin x,$$

also

$$\text{tang}\, x = \frac{\text{tang}\, \varepsilon . \sin l}{\text{tang}\, \varepsilon' + \text{tang}\, \varepsilon . \cos l}.$$

Aus obigen Werthen für ε, ε' und l findet man $x = 29° 3'$, $y = 3° 55'$; also die Länge des Punktes G = der Länge von E *plus* $x = - 4° 27' + 29° 5' = 24° 56'$ O. Ferro oder 6° 56′ O. Greenwich.

Im Punkte G muſs die Neigung seyn $= 0$; denn sowohl AD *(I)* als FB *(I′)* (Fig. 51) wird in diesem Falle $= 0$, und die Richtung der mittleren magnetischen Kraft LG fällt mit LE zusammen, d. i. in die Fläche des Horizonts SDN. Das Nämliche gilt von dem andern Punkte, welcher 180° von G liegt; diese zwey Punkte müssen also in der Linie ohne Neigung liegen. Der Magnetaxen Dimensionen, Kraftverhältniſs und Excentricität müssen also von jeder beliebigen Gröſse seyn, *so muſs es in der Linie ohne Neigung allemal zwey Punkte geben, die einander diametral entgegengesetzt sind, wenn nur die Mittelpunkte der Magnetaxen und der Magnetsehnen zusammenfallen* (Hauptst. 6, §§. 1, 2). Betrachtet man die Neigungskarte für das Jahr 1780, so ist zu ersehen, daſs sich in der Linie ohne Neigung wirklich zwey solche Punkte finden, die einander diametral entgegengesetzt sind, nämlich in 4°⅓ S. Br., 14° O. L. Greenw., und 4°⅓ N. Br., 194° O. L. Gr. Obige Berechnung gab die Breite des Punktes G = 3° 55′, die Länge = 6° 56′; der Unterschied in der Breite ist 0° 25′, in der Länge = 7° 4′. Die Fehler der obigen Elemente scheinen also nicht sehr bedeutend zu seyn. Setzet man nun nach der Neigungskarte die Breite des Punktes G = 4° 20′ und die Länge = 14° O. Gr., und der rechte Werth der Winkel HFG $= \varepsilon$, HEG $= \varepsilon'$ könnte auf eine an-

dere Weise bestimmt werden, so lieſse sich aus den Dreiecken HEG und HFG die Länge der Punkte F und E finden, d. i. $\zeta + 90^\circ$ und $\zeta' - 90^\circ$, wodurch also die richtige Lage der Pole des Aequators bestimmt wäre.

Da die Linie ohne Neigung an diesem Orte einen Winkel mit dem Aequator der Erde von $20^\circ - 21^\circ$ macht, so erhellt, daſs ε nothwendig gröſser seyn müsse als $18^\circ\ 4'$, welches mit dem im vorigen §. Bewiesenen übereinstimmt. Ich versuchte hierauf ε und ε' nachgerade gröſsere und gröſsere Werthe zu geben, und berechnete die Abweichung und Neigung an verschiedenen Orten in der Nähe des Aequators und der Pole. Bey Vergleichung der solchergestalt berechneten Abweichungen und Neigungen mit den beobachteten fand ich, daſs ε und ε' zwischen 25° und 28° angenommen werden müſsten, und daſs das Verhältniſs zwischen den Kräften der Magnetaxen sich ungefähr setzen lieſse $= 2:1$, d. i. $\frac{M}{M'} = 2$. Da inzwischen die fehlerhaften Elemente a, b und γ (§. 2) ebenfalls Einfluſs haben müssen auf den Excentricitätswinkel α, wie auch auf die übrigen Gröſsen d, n, ε, ψ und δ, und sie durch ähnliche Schätzungen und Versuche sammt und sonders zu berichtigen gar zu weitläuftig seyn würde, so verlieſs ich zuletzt diese Methode, und zwar um so mehr, da die Linie ohne Neigung gerade an den beiden obenerwähnten Punkten in 14° und 191° Länge weniger zuverlässig ist. Gleichwohl wäre es höchlich zu wünschen, daſs nahe an diesen zween Punkten *genaue* und *vollständige* magnetische Beobachtungen angestellt werden möchten, welches zur Bestätigung und Berichtigung der Theorie des Erdmagnetismus ein Groſses beytragen würde.

§. 5. Im Hauptstücke 5, §. 32. II. wurde bewiesen, daſs, wenn in der Fläche eines Kreises ANQS (Fig. 31) ein unendlich kleiner Magnet in c lieget, dessen Abstand vom Mittelpunkte des Kreises ist $=$ Cc, wenn ferner die Linie ns die verlängerte Magnetaxe (die Magnetsehne), NS aber ein mit derselben paralleler Durchmesser ist, und r und r' wären die Punkte, wo die magnetische Ruhelinie senkrecht gegen den Umkreis ist, alsdann Nn werde $=$ Ss $= \frac{1}{3}$Nr $= \frac{1}{3}$Sr$'$, d. i. der Abstand der beiden Punkte, wo die Neigung $= 90^\circ$, von den Polen des magnetischen Aequators gleich sey der dreyfachen Excen-

tricität (wenn die Excentricität so klein ist, daſs der Bogen Nn und die Excentricität Cc, die sein Sinus ist, für gleich groſs angesehen werden können). Wofern die Erde nur Eine Magnetaxe hätte, würden also die zwey Punkte, wo die Neigung = 90° war, in den ersten magnetischen Meridian AnQs fallen in einem Abstande Nr = Sr′ gleich der dreyfachen Excentricität Cc. Es läſst sich leicht beweisen, *daſs die Convergenzpunkte der horizontalen Magnetnadel in diesem Falle zusammenfallen würden mit den Punkten r und r′, wo die Neigungsnadel senkrecht ist* (vergleiche Hauptst. 7, §. 1. II.), so daſs der Bogen *α* (§. 2) nicht ist der Bogen Nn, sondern der Bogen Nr.

Kreis EBFA (Fig. 54) sey der erste Magnetmeridian, BA die Magnetsehne, I und *i* die zwey Punkte, wo die magnetische Richtung senkrecht ist gegen die Erdoberfläche. Im Punkte I fällt also die magnetische Richtung zusammen mit dem Erdradius IC, und die horizontale Magnetnadel ist gleichgültig gegen jede Lage; im Punkte B fällt die magnetische Ruhelinie mit der Magnetsehne B*γ* zusammen, und folglich wird ihre gegen den Horizont hingeführte Lage BI. Es läſst sich ebenfalls leicht beweisen, daſs im ganzen Bogen FI die Lage der horizontalen Magnetnadel in den Bogen FI fallen und also verlängert den Punkt I durchschneiden werde. K sey ein Punkt ausserhalb des ersten Meridianes, welcher dem Punkte I unendlich nahe liegt. Dem Gesetze der Stetigkeit zufolge wird also die magnetische Richtung im Punkte K den Erdradius IC unendlich nahe am Mittelpunkte C durchschneiden, und zum Horizonte hingeführt folglich mit dem Bogen KI zusammenfallen. Auf dieselbe Weise läſst sich beweisen, daſs an jedem andern Orte in der Nähe des Punktes I die Lage der horizontalen Magnetnadel den Punkt I schneiden werde. Der Abstand bI der im obigen §. 2 gefundenen Convergenzpunkte vom Pole *b* des magnetischen Aequators ist also gleich dem dreyfachen Excentricitätsbogen Bb.

Dieses kann auch folgender Maſsen bewiesen werden. Kreis BKA sey ein Magnetmeridian durch Ort K; selbiger bildet mit der Erdoberfläche einen schiefen Winkel = *η* (Hauptst. 6, §. 18. 1). HZRN (Fig. 48) sey eine Sphäre um Punkt K (Fig. 54); BMA (Fig. 48) sey die Fläche des Meridianes BKA (Fig. 54), HTR der Horizont, BTR = *η*, LM die magnetische Ruhelinie,

ZMN ein Vertikalkreis durch dieselbe: so ist $L\beta$ die Lage der horizontalen Magnetnadel, die einen Winkel $TL\beta = g$ (Hauptst. 6, §. 21) bildet mit der Durchschnittslinie LT des Magnetmeridians und des Horizonts. Nun ist LT Tangente des Meridianes KB (Fig. 51.) im Punkte K; wird also gesetzt Winkel $BKI = g = TL\beta$ (Fig. 48), so ist Punkt I der gesuchte Convergenzpunkt.

Um den Abstand dieses Punktes von B, oder Bogen BI desto leichter zu finden, wollen wir annehmen, Meridian BKA sey senkrecht gegen den ersten Meridian EBFA, also die wahre Magnetlänge $\varphi = 90°$; der Winkel, unter welchem dieser Meridian die Erdoberfläche schneidet, wird also $= \eta = 90° - \alpha$, da $\cos\eta = \sin\alpha \cdot \sin\varphi$ (Hauptst. 6, §. 18). Man ziehe den Magnetradius γK und setze den Winkel $B\gamma K = u$; ist die schiefe Neigung im Punkte $K = i$, so ist, wenn die Magnetaxe unendlich klein angenommen wird, $\tan g\, i = 2 \cot u$ (Hauptst. 5, §. 27). Nach §. 21, Hauptst. 6, ist $\tan g\, BKI = \tan g\, g = \tan g\, i \,.\, \cos\eta = 2 \cot u \,.\, \sin\alpha$, wenn obige Werthe eingesetzet werden. Ist Bogen BK sehr klein, so kann ohne merklichen Fehler Dreyeck BKI als geradlinig angesehen werden, und da $KBI = 90°$, wird $BI = BK \,.\, \tan g\, BKI = BK \,.\, \tan g\, g = 2BK \,.\, \cot u \,.\, \sin\alpha$. Wird gesetzt Erdradius $bC = 1$, so ist Radius $B\gamma$ im Meridian $BKA = bC \,.\, \cos Bb = \cos\alpha$, also die Länge des Bogens $BK = u \,.\, \cos\alpha$; ferner ist $\cot u = \frac{1}{u} - \frac{u}{1.3} - \frac{u^3}{1.3.5.3}$. Werden diese Werthe eingesetzet, so findet man

$$BI = 2u \,.\, \sin\alpha \,.\, \cos\alpha \left(\frac{1}{u} - \frac{u}{1.3} - \frac{u^3}{1.3.5.3} - \right)$$
$$= \sin 2\alpha \left(1 - \frac{u^2}{1.3} - \frac{u^4}{1.3.5.3} - \right).$$

Ist α ein kleiner Bogen von einigen wenigen Graden, so kann man ohne bedeutenden Fehler setzen $BI = 2\alpha = 2 \,.\, Bb$, also $bI = BI + Bb = 3Bb = 3\alpha$.

Ein ähnlicher Convergenzpunkt i wird also gefunden werden im südlichen Theile des ersten Meridians in einem Abstande $ai = 3 \times Aa = 3\alpha$ vom Südpole des magnetischen Aequators. Hätte die Erde also nur Eine Magnetaxe, so wäre die wahre Excentricität derselben $C\gamma = \sin Bb = \sin\alpha$ leicht zu bestimmen. Aus dem Declinationssystem fände sich nämlich die geogra-

phische Lage der beiden Convergenzpunkte I und i; werden diese mit der Sehne Ii verbunden, so wird letztere parallel mit der Magnetaxe oder der magnetischen Sehne BA. Ist der Abstand des Punktes I vom Nordpole der Erde $= a'$, und des Punktes i von ihrem Südpole $= b'$, der geographische Längenunterschied zwischen den Punkten I und $i = \gamma'$ und der Bogen bI $= ai = \alpha'$, so wird gefunden, nach Hauptst. 6, §. 16, $\cos 2\alpha' = \cos a' . \cos b' - \sin a' . \sin b' . \cos \gamma' = \cos 6\alpha$. Oben ward solchergestalt für die stärkere Axe gefunden $\alpha' = 9° 9'$, für die schwächere $\alpha' = 5° 6'$, also wird für die stärkere Axe $\alpha = \frac{1}{3}\alpha' = 5° 3'$, für die schwächere $\alpha = 1° 42'$.

§. 6. An jedem Orte der Erde wird die Magnetnadel von beider Magnetaxen vereinigten Kräften im Gleichgewichte gehalten; die Abweichung muſs also eine ganz andere seyn, als sie gewesen seyn würde, falls die Erde blos Eine Magnetaxe gehabt hatte. Die aus den beobachteten Abweichungen berechneten Convergenzpunkte müssen also verschieden seyn von den Punkten I und i (Fig. 54) im vorigen §. Man hat die Lage der Convergenzpunkte aus Winkel ELN $= \mathfrak{D}$ (Fig 51), statt aus Winkel DLN $= D$ bestimmt; der Unterschied zwischen diesen Winkeln ist DLE $= o$. Um nun den gehörigen Werth des Winkels DLN zu finden, berechne man für einen Ort auf der Erde in der Nähe eines der Magnetpole, wo die beobachtete Abweichung ist $= \mathfrak{D}$, nach den in §. 2 angeführten fehlerhaften Elementen die Winkel D, D', I und I', wie auch nach Hauptst. 6, §. 24 den Winkel o; aber DLN $=$ ELN $+$ DLE $= \mathfrak{D} + o$; dieser Winkel heiſse die *berichtigte Abweichung*. Für einen andern Ort auf der Erde in der Nähe desselben Poles bestimme man auf die nämliche Weise die berichtigte Abweichung; und bestimme aus diesen beiden Abweichungen den Convergenzpunkt nach Hauptst. 3, S. 80. Berechnet man eben so die berichtigte Abweichung an zween Orten in der Nähe des entgegengesetzten Poles derselben Magnetaxe, und bestimmet aus diesen den Convergenzpunkt, so kann man aus diesen zween neuen Convergenzpunkten die Elemente α, ε, d, ζ, δ, nach Hauptst. 6, §. 16 berechnen. Mit diesen berichtigten Elementen suche man auf die nämliche Weise für die andere Magnetaxe zwey neue Convergenzpunkte, und berechne daraus die berichtigten Elemente α', ε', d', ζ' und δ', und fahre dermaſsen fort, die Ele-

mente für beide Axen wechselsweise zu berichtigen, bis die zuletzt gefundenen Elemente von den nächst vorhergehenden nicht mehr bedeutend verschieden sind.

§. 7. Nach §. 2 und §. 5 sind die unberichtigten Elemente für beide Axen folgende:

Magnetaxe.	α	ϵ	ζ	δ	M
AB	5° 5′	18° 4′	306° 53′	87° 19′	2
ab	1 42	8 1	85 53	− 29 41	1

A. Um den nördlichen Convergenzpunkt B der stärkeren Axe zu berichtigen, wurden folgende Beobachtungen gewählt:

1) *Prince of Wales's Fort*, Breite 58° 48′, Länge 265° 48′, Abweichung im August 1769 = 9° 41′ W., beobachtet von Wales; mit 16′½ jährlicher Veränderung (siehe Anhang, Tafel I. S. 29) auf das Jahr 1775 reducirt, findet sich die Abweichung für letzteres = 8° 5′. 2) *Hudsons Straſse*, Breite 62° 3′, Länge 69° W. London oder 308° 52′ O. Ferro, die Abweichung, von *Hutchins* den 23sten Juli 1774 beobachtet, = 45° W. (siehe *Philos. Trans.* 1775)); mit jährlicher Veränderung 15′, reducirt auf 1775, Abweichung = 42° 45′ W. Werden beide Magnetaxen als unendlich klein angenommen, und $M:M' = 2:1$, so findet sich für Prince of Wales's Fort $I = 84°\ 1'$, $I' = 69°\ 54'$, $D = +10°\ 15'$, $D' = +0°\ 40'$, $o = 5°\ 41'$, also die *berichtigte Abweichung* $= \mathfrak{D} + o = 8°\ 5' + 5°\ 41' = 13°\ 44'$. Auf dieselbe Weise findet sich für die andere Beobachtung in der Hudsonsstraſse $I = 82°\ 50'$, $I' = 72°\ 26'$, $D = +44°\ 7'\tfrac{1}{2}$, $D' = -$[illegible] $o = +$[illegible] also die *berichtigte Abweichung* $\mathfrak{D} + o = 42°$ [illegible] 50′ [illegible] Aus diesen beiden berichtigten Abweichungen [illegible] *nördlichen Convergenzpunktes* der stärkeren Ma[illegible] die Länge 279° 59′.

B. Zur Berichtigung des südlich[illegible] wurden folgende Beobachtungen von C[illegible]

	Breite	Länge		Abw.
1) d. 3ten März	60° 12′ S.	110° 52′ Gr.	128° 32′ Ferro	39° 15′ W.
2) d. 7-8ten März	59 44 —	121 19 —	138 59 —	28 44 —

Aus ersterer wird gefunden $o = 11° 14'$, also die berichtigte Abweichung $= \mathfrak{D} + o = 39° 15' + 11° 14' = 50° 29'$; aus letzterer $o = 4° 45'$, also die berichtigte Abweichung $= 28° 44' + 4° 45' = 33° 29'$. Hiedurch wird der Abstand des *südlichen Convergenzpunktes* der stärkeren Axe vom Südpole $= 24° 15'$, die Länge $= 149° 13'$ gefunden.

Wird nun gesetzt $b' = 25° 44'$, $a' = 24° 15'$, $\gamma' = 279° 39' - 149° 13' = 130° 26'$, so findet sich nach Hauptst. 6, §. 16, $2\alpha' = 20° 27' = 6\alpha$ (§. 5), also $\alpha = 3° 24'\frac{1}{2}$; ferner findet sich nach Hauptst. 6, §. 16, $\varepsilon = 22° 56'$, $\zeta = 303° 10'$, $\delta = 90° 41'$.

C. Zu genauerer Bestimmung des Nordpoles der schwächeren Magnetaxe wurden folgende Beobachtungen gewählt, welche auf das Jahr 1775 (siehe Anhang, Tafel I. S. 6 und 8) reducirt sind.

	Breite	Länge	Abw.
Tobolsk	58° 12′½	85° 46′ Ferro*)	4° 50′ O.
Jakutskoi	62 2	147 24 —	4 2 W.

Berechnet man nun für Tobolsk nach obigen verbesserten Elementen der stärkeren Axe und nach den unberichtigten Elementen der schwächeren Axe die Abweichung und Neigung für beide Axen, so findet sich ND (Fig. 51) $= D = 10° 9'$, NF $= D' = -4° 48'\frac{1}{2}$ (östlich), DA $= I = 56° 18'$, FB $= I' = 75° 26'$, EF $=$ EPF $= p = 11° 35'\frac{1}{2}$, nach der Formel

$$\cot p = \frac{M'F' \cdot \cos I'}{MF \cdot \cos I \cdot \sin(D - D')} + \cot(D - D') \text{ (Hauptst. 6, §. 23 I. 3. b).}$$

Nun ist die berichtigte Abweichung $=$ NF $=$ NE $-$ EF $= \mathfrak{D} - p$, also $= -4° 50' - 11° 35'\frac{1}{2} = -16° 25'\frac{1}{2}$.

Auf dieselbe Weise findet sich für Jakutskoi $D = -20° 49'$, $D' = +5° 56'$,

*) Die hier angegebene Länge ist von Etatsrath Schubert 1805 (Bodes Jahrb. 1809) gefunden; die Länge 86° 5′, die im Anhange angegeben wird, ist aus Vegas Tafeln Band 2 genommen.

$I' = 60° 5'$, $I' = 77° 15'$, $p = -21° 11'$, also $\mathfrak{D} - p = 4° 2' + 21° 11' = 25° 13'$.

Aus diesen beiden berichtigten Abweichungen wird der Abstand des nördlichen Convergenzpunktes der schwächeren Axe vom Nordpole der Erde gefunden $= 13° 23'$, die Länge $110° 58'$.

D. In der Nähe des Südpoles der schwächeren Axe wurden folgende Beobachtungen von *Cook* im Jahre 1774 gewählt:

	Breite	Länge		Abw.
1) d. 25sten Jan.	66° 2′ S.	250° 42′ Gr.	268° 22′ Ferro	18° 54′ O.
2) d. 28sten Jan.	61 47 —	271 50 —	289 30 —	22 59 —

Für den ersteren dieser beiden Orte wird gefunden $I = -64° 46'$, $I' = -83° 51'$, $D = -28° 47'$, $D' = -14° 46'$, $p = -12° 12'$, also die berichtigte Abweichung $= \mathfrak{D} - p = -18° 54' + 12° 12' = -6° 42'$. Für den zweyten Ort wird gefunden $I = -68° 13'$, $I' = -80° 6'$, $D = -20° 10'$, $D' = -22° 8'$, $p = 1° 33'$, also die berichtigte Abweichung $= \mathfrak{D} - p = -22° 59' - 1° 33' = -24° 32'$. Hiedurch findet sich der Abstand des südlichen Convergenzpunktes der schwächern Magnetaxe vom Südpole der Erde $= 15° 19'\frac{1}{2}$, Länge $= 264° 29'$.

Wird nun gesetzt $b' = 13° 23'$, $a' = 15° 19'\frac{1}{2}$, $\gamma' = 110° 58' - 264° 29' = -153° 51'$, so findet sich nach Hauptst. 6, §. 16, $2a' = 6\alpha = 6° 48'$, also $\alpha = 1° 8'$; $\varepsilon = 13° 59'$, $\zeta = 96° 52'$, $\delta = -72° 58'$.

Die das erste Mal verbesserten Elemente für beide Axen sind also folgende:

Magnetaxe:	α	ε	ζ	δ	M
AB	3° 24′½	22° 56′	303° 10′	90° 41′	2
ab	1 8	13 59	96 52	— 72 58	1

Dadurch, dafs solchergestalt die Elemente beider Axen wechselsweise verbessert würden, fanden sich für dieselben folgende Werthe:

Elemente.	Magnetaxe.	α	ε	ζ	δ
I.	AB	3° 5′	18° 4′	306° 53′	87° 19′
	ab	1 42	8 1	85 33	— 29 41
II.	AB	5 24½	22 56	303 10	90 41
	ab	1 8	13 59	96 52	— 72 58
III.	AB	5 17	27 21	301 55	95 54½
	ab	1 42	18 51	100 9	— 92 52
IV.	AB	5 13	28 20½	301 56	91 23
	ab	1 59	23 22	107 16½	— 88 5

§. 8. Um die Länge der Magnetaxen oder den Werth von Q zu bestimmen, wurden folgende Beobachtungen gewählt: *Albany Fort* in der Hudsonsbay, Breite 52° 22′, Länge 295° 10′, Abweichung 17° 0′ W. $= \mathfrak{D}$, Neigung 79° 20′ $= I$, und *Petersburg*, Breite 59° 56′, Länge 47° 59′, Abweichung 9° 12′ W. $= \mathfrak{d}$, Neigung 73° 40′ $= \mathfrak{i}$. Nach den Elementen IV. im vorigen §. fand sich in *Albany Fort* für die stärkere Axe $I = 84° 45′$, $D = +36° 5′$, $F = 3{,}9948$ *), für die schwächere $I' = 47° 54′$, $D' = -0° 18′$, $F' = 2{,}4855$; in *Petersburg* für die stärkere Axe $i = 59° 46′$, $d = +33° 28′$, $f = 2{,}9763$, für die schwächere $i' = 73° 24′$, $d' = -47° 24′$, $f' = 3{,}5797$. Hieraus fand sich für Albany Fort, nach Hauptst. 6, §. 23. I. 2, $c =$ AB (Fig. 51) $= 37° 59′$, und nach §. 25 (ebendaselbst) aus der beobachteten Neigung $\mathfrak{J} = 79° 20′$, $m = -4° 0′\tfrac{1}{2}$, $n = 10° 7′$, also $m + n = x =$ AG (Fig. 51) $= 6° 6′\tfrac{1}{2}$ und BG $= y = c - x$

*) Berechnet nach der Formel $F = \frac{1}{4\rho^3}\sqrt{10 + 6 \cos 2u}$. Aber da $\rho = Q \cdot R$ und die Magnetaxen hier unendlich klein angenommen sind, d. i. $Q = \infty$, so würde F unendlich klein werden. Für die schwächere Axe würde man finden $F' = \frac{1}{4(\rho')^3}\sqrt{10 + 6 \cdot \cos 2u'}$, wo $\rho' = Q \cdot R'$. Da es bey der obigen Berechnung blos auf das Verhältniſs zwischen F und F′ ankommt, so kann der beständige Factor $\frac{1}{4Q^3}$ ausser Betracht gesetzt werden, und man kann annehmen $F = \frac{1}{R^3}\sqrt{10 + 6 \cos 2u}$.

$= 31^\circ\ 22'\frac{1}{2}$. So fand sich auch für Petersburg $c' = 31^\circ\ 42'$, und nach Hauptst. 6, §. 24. a) aus der beobachteten Abweichung $\mathfrak{d} = 9^\circ\ 12'$, $x' = 14^\circ\ 42'$, also $y' = c' - x' = 17^\circ\ 0'$*). Nun ist nach demselben §.

$$\frac{M}{M'} = \frac{F'.\sin y}{F.\sin x} = \frac{f'.\sin y'}{f.\sin x'}, \text{ also } \frac{Ff'}{F'f} = \frac{\sin y.\sin x'}{\sin y'.\sin x}.$$

Aus obigen Werthen findet sich $\frac{\sin y.\sin x'}{\sin y'.\sin x} = 3{,}9284$ und $\frac{Ff'}{F'f} = 1{,}9331$, welche letztere Gröſse bedeutend kleiner ist als die erstere. Hieraus ist zu ersehen, daſs F und f', d. i. die Intensität der stärkern Axe in Albany Fort und der schwächern in Petersburg zu klein sind. Diesem kann durch Vergröſserung der Länge beider Axen abgeholfen werden, wodurch die Intensität in der Nähe der Endpunkte der Magnetsehnen beträchtlich zunimmt. *Die Hypothese, daſs $Q = \infty$, d. i. daſs die Magnetaxen unendlich klein sind, genüget also nicht den Beobachtungen.*

Die Länge der Magnetaxen wurde hierauf angenommen $= \frac{1}{3}$ des Erddurchmessers, d. i. $Q = 3$; hierauf berechnete man die Winkel I, I', i und i' nebst den Intensitäten F, F', f und f' nach Hauptst. 5, §§. 21 und 36, B. III. Nach dieser Hypothese fand sich $\frac{Ff'}{F'f} = 2{,}4508$; also muſs Q noch kleiner seyn als 3. Endlich ward Q angenommen $= 2$, wodurch gefunden ward $\frac{Ff'}{F'f} = 3{,}9182$, am nächsten gleich $\frac{\sin y.\sin x'}{\sin y'.\sin x}$; und es ergab sich $\frac{M}{M'} = \frac{F'.\sin y}{F.\sin x} = \frac{f'.\sin y'}{f.\sin x'}$ aus den Beobachtungen in *Albany Fort* $= 1{,}7743$, aus den Petersburger Beobachtungen $= 1{,}7705$, also im Mittel $\frac{M}{M'} = 1{,}7724$**).

*) Mit diesen Werthen von x und y, x' und y' fand sich für Albany Fort die Abweichung nach §. 23. I. 3. a) $= 13^\circ\ 27'$ W., und die Neigung in Petersburg nach demselben §. II. a) $= 70^\circ\ 39'$, die erstere also $3\frac{1}{2}$, die letztere 3 Grade kleiner als nach den Beobachtungen.

**) Wenn die Gröſse von Q verändert wird, so verändern sich auch die Werthe der Winkel I, I' D und D', also auch der Werth von x und y; sonach findet sich, wenn $Q = 2$, für Albany Fort $I = 81^\circ\ 22'$, $I' = 39^\circ\ 15'$, $D = 20^\circ\ 15'$, $D' = -0^\circ\ 52'$. Man kann also $\frac{\sin y.\sin x'}{\sin y'.\sin x}$ eigent-

§. 9. Mit diesen Werthen von Q und $\frac{M}{M'}$ wurden die Abweichungen und Neigungen an folgenden Orten berechnet.

Ort.	Abweichung.		Unterschied.	Neigung.		Unterschied.
	beobacht.	berechn.		beobacht.	berechn.	
Albany Fort. .	17° 0′	10° 12′	-- 6° 48′	79° 20′	74° 22′	-- 4° 58′
Petersburg . .	9 12	5 5	-- 4 7	73 40	63 24	-- 10 16
Musketto Cove	50 36	55 4	+ 4 28	81 22	71 32	-- 9 50
Nutka Sund . .	-- 19 44	-- 22 11	-- 2 27	72 29	67 6	-- 5 23
Petropaulowska	-- 6 19	-- 5 22	+ 0 57	63 5	59 13	-- 3 52
Port du Nord V. Diem. Land	-- 5 15	-- 21 54	-- 16 39	-- 70 50	-- 65 44	+ 5 6

Aus vorstehenden Resultaten glaubte ich schliefsen zu können, Q sey in der obigen Hypothese zu klein angenommen, d. i. *die Magnethalbaxen müfsten kleiner seyn als der halbe Erdradius;* denn 1) sind alle *berechneten* Neigungen zu klein; 2) sind alle berechneten *Abweichungen* in der Nähe der Pole der stärkern Axe *zu grofs.*

Dafs die Neigungen sich vergröfsern, wenn die Magnetaxen kleiner werden, ist aus den Formeln für den Winkel ω im 5ten Hauptstücke leicht abzunehmen. Dafs die Abweichungen in der Nähe der Magnetpole dadurch kleiner werden, läfst sich auf folgende Weise darthun. SDN (Fig. 51) sey der Horizont eines der obigen Orte nahe an den Polen der stärkern Axe z. B. in Musketto Cove an der Westküste Grönlands. AD $=$ I sey die Neigung für die stärkere Axe, FB $=$ I' für die schwächere Axe; ND $=$ D und NF $=$ D' seyen die Abweichungen für beide Axen; die Kraft der stärkern Axe nach der Richtung

lich nicht als eine beständige Gröfse ansehen; wenn dies beobachtet wäre, hätte man den Werth von Q und von $\frac{M}{M'}$ etwas anders als oben gefunden. Dadurch würde die berechnete Neigung in Albany Fort und die Abweichung in Petersburg der beobachteten gleich gefunden worden seyn.

LA sey = MF, die Kraft der schwächern Axe nach LB = $M'F'$. Werden die Magnetaxen verkleinert, so wird F stärker abnehmen als F', da der Punkt L nahe am Pole der stärkern Axe liegt, und folglich wird die Richtung der mittleren Kraft LG näher gegen die Linie LB fallen, d. i. DE = o wird gröſser werden, also NE = $\mathfrak{D}$ = D — o kleiner. Das Nämliche gilt von der östlichen Abweichung im Nutka Sunde und in Port du Nord auf Van Diemens Land. In Albany Fort ist freilich die berechnete Abweichung zu klein gefunden; aber dem Magnetpole so nahe wird die kleinste Veränderung in den Elementen ε und ζ diesen scheinbaren Widerspruch leicht aufheben können. Daſs die schwächere Magnetaxe ebenfalls kleiner angenommen werden müsse, ersieht man aus Petersburg und Petropaulowska in der Nähe der Pole der schwächern Axe, wo die berechneten Abweichungen zu klein sind. Hier fällt also die Richtung LG der mittleren Kraft zu nahe neben LB, folglich muſs die Kraft nach LB, d. i. $M'F'$ zu groſs seyn, welchem abgeholfen werden wird, wenn man auch diese Axe kleiner annimmt als die halbe Erdaxe.

§. 10. Das Verhältniſs zwischen dem Erdradius und den Halbaxen der Magneten ward hierauf angenommen = 2,5 : 1 = 5 : 2, d. i. Q = 2,5, oder der Magneten Halbaxen = $\frac{2}{5}$ = 0,4 des Erdradius. Nach dieser Hypothese wurden die Abweichung und die Neigung an folgenden Orten berechnet:

Ort.	Abweichung.		Unterschied.	Neigung.		Unterschied.
	beobacht.	berechn.		beobacht.	berechn.	
Nutka Sund . .	– 19° 44′	– 16° 44′	+ 3° 0′	+ 72° 29′	+ 69° 28′	– 3° 1′
Petropaulowska	– 6 19	– 8 49	– 2 30	+ 63 5	+ 61 57	– 1 8
Port du Nord .	– 5 15	– 9 2	– 3 47	– 70 50	– 67 41	+ 3 9
Musketto Cove	+ 50 36	+ 45 29	– 5 7	+ 81 22	+ 76 34	– 4 48
Christmaſs Sund a.d Feuerlande	– 24 43	– 11 23	+ 13 20	– 66 54	– 60 15	+ 5 39
Petersburg . .	+ 9 12	+ 10 15	+ 1 3	+ 73 40	+ 65 5	– 8 35
Albany Fort. .	+ 17 0	+ 9 12	– 7 48	+ 79 20	+ 74 56	– 4 24
Tobolsk	– 4 50	+ 0 10	+ 5 0	+ 78 0	+ 64 34	
Jakutskoi . . .	+ 4 2	– 6 28	– 10 30		+ 67 43	

Aus vorstehender Tafel ist zu ersehen, daſs die berechneten Neigungen noch etwas zu klein sind*), besonders in der Nähe der Pole der schwächern Axe, z. B. in Petersburg und am Feuerlande, welches zu erkennen zu geben scheint, daſs Q noch gröſser als 2,5 angenommen werden müsse. Dagegen scheinen die Abweichungen das Entgegengesetzte zu fordern; es ist also glaublicher Weise noch irgend ein Fehler in den übrigen Elementen ε, ζ, α, besonders an der schwächern Axe. Wird an dieser letzteren der Winkel ε etwas gröſser angenommen, so werden sich die bedeutenden Fehler in den berechneten Abweichungen auf dem Feuerlande und in Jakutskoi vermindern und zugleich die Neigungen in der Nähe der Pole dieser Axe gröſser werden.

Mit etwas veränderten Elementen für die schwächere Axe (nämlich $\alpha = 0° \ 38'$, $\varepsilon = 29° \ 14'\frac{1}{2}$, $\zeta = 92° \ 5'$, $\delta = - 129° \ 32'$), welche auf dieselbe Weise wie in §. 7 gefunden wurden, ward die Abweichung, Neigung und Intensität an folgenden Orten berechnet:

Ort.	Abweichung.		Neigung.		Intensität.			
					berechnet.		beobachtet.	
	beob.	berech.	beob.	berech.	absolut.	relativ.	relativ.	Untersch.
Humboldts Nullpunkt in Peru .	— 8°30′	—3°46′	0° 0′	+ 2°52′	0,077163	1,0000	1,0000	0,0000
Mexico	— 5 27	—6 12	+42 10	+38 43	0,107293	1,3905	1,3155	+0,0750
Paris	+22 0	+8 16	+69 28	+65 56	0,125587	1,6276	1,3482	+0,2794
Amboina	+ 1 13	+1 49	—20 37	—24 4	0,087080	1,1285	0,9532	+0,1753

Die absoluten Intensitäten sind berechnet nach der Formel für K (Hptst. 6, §. 23. III.); die relativen ergaben sich aus der Division ihrer aller mit den er-

*) Die Neigung in Tobolsk = 78° 0′, beobachtet von Etatsrath Schubert im Jahre 1805, ist schlechterdings zu groſs; sie läſst sich auf keinerley Weise mit der ganzen übrigen Masse von Beobachtungen (siehe die Neigungskarte) vereinbaren. In diesem Meridian kann die Neigung nicht eher als in der Breite 80°, = 78° seyn. In Irkutsk fand Schubert die Neigung = 67°. Entweder ist also hier durch einen Druckfehler 78° statt 68° gesetzt worden, oder das Neigungsinstrument ist mittelmäſsig gewesen.

sten. Da die berechneten relativen Intensitäten in Paris und Mexico weit gröfser sind, als sie *Humboldt* durch Beobachtung gefunden hat, so scheint hieraus zu folgen, dafs Q etwas gröfser seyn müsse als 2,5; und aus der berechneten relativen Intensität auf Amboina, die ebenfalls zu grofs ist, scheint hervorzugehen, dafs noch irgend ein Fehler in der Excentricität α und der Lage des ersten magnetischen Meridians oder im Winkel δ seyn müsse.

§. 11. Da die Elemente IV. (§. 7) besonders für die schwächere Axe nach vorigem §. noch einer Berichtigung bedürfen zu können scheinen, so ward für beide Axen Q angenommen $= 3$, und dadurch fand sich mit dem Werthe von $\frac{M}{M'} = 1{,}7724$, die *berichtigte Abweichung in Tobolsk* $= -54^\circ\ 52'$, in *Jakutskoi* $= +\ 66^\circ\ 51'$, folglich der Abstand des nördlichen Convergenzpunktes der schwächeren Axe vom Nordpole der Erde $= 25^\circ\ 33'$, die Länge $= 122^\circ\ 57'$. Zur Bestimmung des südlichen Convergenzpunktes derselben Axe wurden folgende Beobachtungen *Cooks* gewählt: 1) *Christmafs Sund* auf dem Feuerlande, Breite 55° 22′ S., Länge 307° 37′ Ferro, Abweichung im December 1774 = 24° 43′ O. 2) *Das Südmeer*, Breite 59° 37′ S., Länge 273° 42′ Ferro, Abweichung den 24sten Jan. 1774 = 12° 59′ O. An ersterer Stelle fand sich die berichtigte Abweichung $= -\ 56^\circ\ 44'$, an letzterer $= +\ 13^\circ\ 41'$; welches dem südlichen Convergenzpunkte folgende Lage ertheilt: Abstand vom Südpole = 28° 29′, Länge = 274° 39′. Hieraus findet sich für die schwächere Magnetaxe folgende

Vte Elemente

$$\alpha' = 6^\circ\ 52',\ \varepsilon = 26^\circ\ 18'\tfrac{1}{2},\ \zeta = 108^\circ\ 4',\ \delta = -\ 76^\circ\ 40'.$$

§. 12. In §. 5 ward bewiesen, dafs, wenn die Magnetaxe unendlich klein wäre, der Abstand bI (Fig. 54) des Convergenzpunktes I von des magnetischen Aequators Nordpole b gleich würde dem dreyfachen Excentricitätsbogen bB, oder $\alpha = \frac{1}{3}\alpha'$. Ist hingegen die Magnetaxe gleich einem Drittel der Erdaxe, so wächst die Neigung langsamer, und der Punkt I mufs näher an B fallen. Durch einige leichte Versuche ward aus den Formeln im 5ten Hauptstücke gefunden, dafs in diesem Falle am nächsten wird $\alpha = 0{,}41\alpha'$. Also wird für die schwächere Axe $\alpha = 0{,}41 \times 6^\circ\ 52' = 0{,}41 \times 392' = 161' = 2^\circ\ 41'$;

für die stärkere Axe war nach den IVten Elementen $\alpha' = 9° 40' = 580'$, folglich $\alpha = 0,41 \times 580' = 238' = 3° 58'$. Die Elemente für beide Axen waren demnach folgende:

Magnetaxe.	Elemente.	α	ε	ζ	δ	Q
AB	IV.	3° 58′	28° 20′½	301° 56′	91° 23′	3
ab	V.	2 41	26 18½	108 4	— 76 40	3

Mit diesen Elementen wurden die Abweichung, Neigung und Intensität in *Humboldts* Nulpunkt in Peru berechnet, und da fand sich $\mathfrak{D} = -1° 48'$, $\mathfrak{J} = +3° 9'$, $K = 0,045320$. Für Amboina wurden dieselben 3 Gröſsen durch Berechnung gefunden $\mathfrak{D} = +0° 15'$, $\mathfrak{J} = -24° 17'$, $K = 0,052109$; also ist, wenn die Intensität in Peru als Einheit angenommen wird, die berechnete Intensität in Amboina $= \frac{52109}{45320} = 1,1498$. Nach *Humboldts* und *de Rossels* Beobachtungen war sie an letzterer Stelle $= 0,9532$ (Hauptst. 2. S. 71); also ist auf Amboina die berechnete Intensität *gröſser*, als die durch Beobachtungen gefundene, und der Unterschied zwischen beiden ist $= 0,1966$.

Wird der Winkel δ, welchen der erste Magnetmeridian der stärkeren Axe mit der Polarcolure bildet, gröſser gesetzt als in den obigen Elementen, so kommt der *pericentrische Endpunkt* des Diameters dieser Axe näher an *Peru*, und der *apocentrische* näher an *Amboina*, wodurch die Intensität dort zunehmen, hier aber abnehmen wird. Der Winkel δ ward daher angenommen $= 91° 23' + 20° = 111° 23'$, und dadurch fand sich für *Humboldts* Nulpunkt in Peru $\mathfrak{D} = -1° 39'\tfrac{1}{2}$, $\mathfrak{J} = +5° 49'$, $K = 0,047542$, und für Amboina $\mathfrak{D} = +0° 41'$, $\mathfrak{J} = -22° 22'$, $K = 0,049800$; also wird, wenn die Intensität in Peru als Einheit angenommen wird, die Intensität in Amboina $= \frac{49800}{47542} = 1,0475$. Diese Intensität ist noch zu groſs, und der Unterschied zwischen der berechneten und beobachteten ist $= 1,0475 - 0,9532 = 0,0943$.

Durch Vergröſserung des Winkels δ um 20° ward die Intensität in Amboina verkleinert zu 1,1498 — 1,10475 = 0,1023; um wie viel δ vergröſsert werden müſste, um eine Verminderung in dieser Intensität = 0,1966 hervorzubringen, läſst sich also durch folgende Proportion finden:

$$1023 : 1966 = 20^\circ : x,$$

wo x gefunden wird = 38° 26′. Setzet man also bey der stärkern Axe $\delta = 91^\circ\ 23' + 38^\circ\ 26' = 129^\circ\ 49'$, so wird das Verhältniſs zwischen der Intensität in Peru und auf Amboina werden wie 1 : 0,9532.

§. 13. Da die berechnete nördliche Neigung in Peru und südliche Neigung auf Amboina zu groſs gefunden wurden, so schien hieraus zu folgen, daſs der Winkel ε für die schwächere Axe noch zu klein war. Er ward deſshalb angenommen = 28° 28′½. Nach diesen Veränderungen waren also die Elemente im vorigen §.:

Magnetaxe.	α	ε	ζ	δ	Q
AB	3° 58′	28° 20′½	301° 56′	129° 49′	3
ab	2 41	28 28½	108 4	— 76 40	5

Die unten stehende Tafel I. enthält eine Sammlung der zuverlässigsten magnetischen Beobachtungen zwischen den Jahren 1770 und 1800, nach der geographischen Länge des Beobachtungsortes geordnet, welche zur Prüfung und Berichtigung der oben angeführten Elemente dienen können. Der erste Theil enthält nämlich Beobachtungen in der nördlichen Halbkugel in der Nähe der Magnetpole; der zweyte Theil Beobachtungen in der Nähe der Linie ohne Neigung, sowohl nördlich als südlich von derselben bis 40° Neigung; der dritte Theil ähnliche Beobachtungen in der südlichen Kugel in der Nähe der südlichen Magnetpole. Tafel II. enthält die Werthe von A und $\mathfrak{A}$, zusammt den Logarithmen der Gröſsen B, C, D... $\mathfrak{B}$, $\mathfrak{C}$, $\mathfrak{D}$... in der Formel für cot ω (Hauptst. 5, §. 21) für verschiedene Werthe von ϱ von $\varrho = 2{,}7$ bis $\varrho = 3{,}3$.

Tafel I.
Magnetische Beobachtungen.

No.	Beobachtungsort.	Beobachter.	Breite.	Länge.	Magnetische Abweich.	Magnetische Neigung.	Magnetische Kraft.
1	S. Cruz, Teneriffa . .	*Humboldt* . . .	28° 28′½ n.	1° 27′	15° 55′ w.	62° 25′ n.	1.2723
2	Madrid	*Humboldt* . . .	40 25	13 57	18 0	67 41	1.2938
3	Stromneſs Hafen . .	*Hutchins* . . .	58 59	14 0	24 0	75 46	
4	Paris	*Humboldt* . . .	48 50	20 0	20 15	69 28	1.3482
5	Kopenhagen	*Lous*	55 41	30 15	16 30	71 45	
6	Vogelsang, Spitzberg.	*Phipps*	79 53	39 46	20 38	82 0	
7	Nord Cap, Norw. . .	*Bayley*	71 10	43 30	6 0	79 0	
8	Alexandria	*Nouët*	31 12	47 35	13 6	47 30	
9	Petersburg	*Kraft*	59 56	47 59	9 12	72 36	
10	Orel	*Inochodzow* . .	52 57	53 37	9 0 w.	67 30	
11	Irkutsk	*Schubert*	52 17	121 51	0 32 ö.	67 0	
12	Petropaulowska . . .	*Cook*	53 1	176 23	6 19	63 5	
13	Samganoodha	*Cook*	53 5	211 10	19 59	69 23	
14	Norton Sund	*Cook*	64 31	214 53	25 45	76 25	
15	Chalmers Hafen . . .	*Vancouver* . .	60 16	231 2	28 30	77 8	
16	Croſs Sund	*Vancouver* . .	58 12	241 35	30 0	78 58	
17	Nootka Sund	*Cook*	49 36	250 57	19 44	72 29	
18	S. Diego, N. Californ.	*Vancouver* . .	34 42	260 47	11 0	59 13	
19	Mexico	*Humboldt* . . .	19 26	278 32	5 27 ö.	42 10	1.3155
20	Albany Fort	*Hutchins* . . .	52 22	295 2	17 0 w.	79 20	
21	New Cambridge . . .	*Williams* . . .	42 23	306 58	7 2	69 51	
22	Hudsonsstraſse . . .	*Hutchins* . . .	62 3	308 32	43 0 w.	82 42	
23	S. Croix, Insel . . .	*Löwenörn* . . .	17 45	312 51	3 20 ö.	49 15	
24	Musketto Cove . . .	*Pickersgill* . .	64 53	324 43	50 36 w.	81 22	
25	Atlantisches Meer . .	*Humboldt* . . .	12 34	326 46		45 8	1.2300
26	Atlantisches Meer . .	*Humboldt* . . .	14 20	331 57		52 55	1.2830
27	Atlantisches Meer. .	*Humboldt* . . .	20 8	351 26		56 42	1.2510
28.	Atlantisches Meer . .	*Humboldt* . . .	21 36	354 21		57 49	1.2617
29	Atlantisches Meer . .	*King*	12° 48′ s.	2° 0′		0° 0′	
30	St. Helene Insel . .	*Cook*	15 55 s.	11 52	12° 18′ w.	11 25 s.	
31	Atlantisches Meer . .	*Ekeberg*	32 33 s.	17 20	8 24 w.	35 15 s.	
32	Bareedy	*Panton*	24 16 n.	56 10	13 55 w.	34 20 n.	
33	Mocha	*Panton*	13 22 n.	61 50	11 28 w.	8 22 n.	
34	Indisches Meer . . .	*Panton*	11 57 n.	81 2	4 23 w.	0 22 s.	
35	Indisches Meer . . .	*Abercrombie* .	11 13 n.	104 42	1 36 ö.	4 45 s.	
36	Cavite, Manilla . . .	*La Perouse* . .	14 29 n.	128 51	0 33 w.	11 5 n.	
37	Surrobaya	*Dentrecasteaux*	7 14 s.	130 19	2 31 w.	25 40 s.	0.9348
38	Macao	*Cook*	22 9 n.	131 28	0 32 w.	22 4 n.	
39	Amboina	*Dentrecasteaux*	3 42 s.	145 47	1 30 ö.	20 37 s.	0.9532
40	Tanna	*Cook*	19 32 s.	187 29	7 14 ö.	25 2 s.	

No.	Beobachtungsort.	Beobachter.	Breite.	Länge.	Magnetische Abweich.	Magnetische Neigung.	Magnetische Kraft.
41	Tongataboo	*Cook*	21° 8′ s.	202° 35′	9° 58′ ö.	39° 1′ s.	
42	Christmaſs Insel ...	*Cook*	1 59 n.	220 10	6 22	11 54	
43	Otaheite	*Cook*	17 29 s.	228 5	5 0	29 51	
44	Südmeer	*Krusenstern* ..	1 12 n.	230 54	5 18	5 30	
45	Südmeer	*Vancouver* ..	19 44 s.	271 25	2 45	35 49 s.	
46	Südmeer	*Vancouver* ..	18 20 n.	273 20	6 0	36 41 n.	
47	Gallipagos Insel ...	*Vancouver* ..	0 44 s.	285 34	8 0	2 20	
48	Gallipagos Insel ...	*Collnet*	0 37 s.	288 2	8 10	6 0	
49	Cocos Insel	*Vancouver* ..	5 35 n.	290 45	7 45	19 45	
50	Loxa	*Humboldt* ...	4 0 s.	298 48		5 24	1.0095
51	Cuença	*Humboldt* ...	2 54 s.	299 17		8 43	1.0286
52	Tompenda	*Humboldt* ...	5 31 s.	299 33		3 11	1.0191
53	Quito	*Humboldt* ...	3 13 s.	299 45		13 22	1.0675
54	S. Antonio	*Humboldt* ...	0 0	299 48		14 25 n.	1.0871
55	Nulpunkt, Peru ...	*Humboldt* ...	7 1 s.	300 27		0 0	1.0000
56	Lima	*Humboldt* ...	12 2 s.	301 15		9 59 s.	1.0773
57	Popayan	*Humboldt* ...	2 24 n.	301 15		20 33 n.	1.1170
58	Carthagena	*Humboldt* ...	10 26 n.	301 58		35 15	1.2938
59	Sta. Fé de Bogota .	*Humboldt* ...	4 36 n.	303 23		24 16	1.1473
60	Javita	*Humboldt* ...	2 49 n.	309 30		24 19	1.0675
61	Carichana	*Humboldt* ...	6 34 n.	309 42		30 24	1.1575
62	S. Carlos del R. N.	*Humboldt* ...	1 52 n.	309 50		20 47	1.0480
63	Esmeralda	*Humboldt* ...	3 13 n.	311 22		25 58	1.0577
64	Cumana	*Humboldt* ...	10 27 n.	313 29	4 14	39 47	1.1779
65	S. Thomas de la G.	*Humboldt* ...	8 8 n.	313 34		35 6 n.	1.1070
66	S. Catharina Insel .	*La Perouse* ..	27 21 s.	330 0	12 0	29 30 s.	
67	Atlantisches Meer ..	*Abercrombie* .	30 22 s.	346 3	3 7 ö.	29 7	
68	Atlantisches Meer ..	*Abercrombie* .	14 6 s.	351 12	4 17 w.	2 15 s.	
69	Atlantisches Meer ..	*Ekeberg*	13 2 s.	356 38	4 15	2 6 n.	
70	Atlantisches Meer ..	*Abercrombie* .	34 25 s.	359 19	3 18	35 45 s.	
71	Simons Bay	*Cook*	34° 20′ s.	36° 9′	21° 14′ w.	45° 19′ s.	
72	Indisches Meer ...	*Abercrombie* .	33 28	75 35	23 55	62 21	
73	Indisches Meer ...	*Abercrombie* .	28 20	95 50	12 46	58 12	
74	Indisches Meer ...	*Ekeberg*	32 20	107 2	10 55	59 52	
75	Indisches Meer ...	*Ekeberg*	22 31	120 12	5 45	50 0	
76	Georg III. Sund ..	*Vancouver* ..	35 5	135 54	5 20 w.	64 54	
77	Port du Nord	*Dentrecasteaux*	43 32	164 36	5 15 ö.	70 50	1.5773
78	Dusky Bay	*Cook*	45 47	183 58	13 49	70 6	
79	Charlottes Sund ...	*Cook*	41 6	192 5	14 9	64 36	
80	Tolaga Bay	*Cook*	38 21	196 14	13 40	62 26	
81	Südmeer	*La Perouse* .	45 17	297 38	17 30	63 0	
82	Talcaguana Bay ...	*La Perouse* .	36 43	304 50	15 15	50 45	
83	Valparaiso	*Vancouver* ..	33 1	306 9	14 49	44 15	
84	Christmaſs Sund ...	*Cook*	55 22	307 37	24 43	66 54	

Tafel II.
Werthe der Reihen zur Berechnung des Winkels ω.

A. Reihen des Zählers.

ρ.	A. 0.0	Differ. I.	Differ. II.	log B.	Differ.	log C.	Differ.	log D.	Differ.	log E.	Differ.	log F.	Differ.
2.70	403565	4678	74	8.03540	829	7.1423	115	6.2480	146	5.348	18	4.431	20
2.71	398887	4604	72	8.02711	826	7.1308	115	6.2334	147	5.330	17	4.411	20
2.72	394283	4532	71	8.01885	823	7.1193	114	6.2187	146	5.313	18	4.391	21
2.73	389751	4461	69	8.01062	820	7.1079	114	6.2041	145	5.295	18	4.370	20
2.74	385290	4392	68	8.00242	816	7.0955	113	6.1896	145	5.277	17	4.350	20
2.75	380898	4324	66	7.99426	813	7.0852	113	6.1751	145	5.260	18	4.330	20
2.76	376574	4258	65	7.98613	810	7.0739	113	6.1606	144	5.242	17	4.310	21
2.77	372316	4192	64	7.97803	807	7.0626	112	6.1462	143	5.225	18	4.289	20
2.78	368124	4128	62	7.96996	804	7.0514	112	6.1319	143	5.207	17	4.269	20
2.79	363996	4066	62	7.96192	801	7.0402	111	6.1176	142	5.190	17	4.249	20
2.80	359930	4004	61	7.95391	798	7.0291	111	6.1034	142	5.173	17	4.229	20
2.81	355926	3943	59	7.94593	794	7.0180	110	6.0892	141	5.156	17	4.209	20
2.82	351983	3884	58	7.93799	792	7.0070	110	6.0751	141	5.139	17	4.189	20
2.83	348098	3826	57	7.93007	788	6.9960	110	6.0610	140	5.122	17	4.169	19
2.84	344272	3769	56	7.92219	786	6.9850	109	6.0470	140	5.105	17	4.150	20
2.85	340503	3713	54	7.91433	782	6.9741	109	6.0330	139	5.088	17	4.130	20
2.86	336789	3659	54	7.90651	780	6.9632	108	6.0191	138	5.071	17	4.110	20
2.87	333130	3605	53	7.89871	777	6.9524	108	6.0053	139	5.054	17	4.090	19
2.88	329526	3552	52	7.89094	773	6.9416	108	5.9914	137	5.037	17	4.071	20
2.89	325974	3500	51	7.88321	771	6.9308	107	5.9777	137	5.020	16	4.051	20
2.90	322473	3449	50	7.87550	768	6.9201	107	5.9640	137	5.004	17	4.031	19
2.91	319024	3399	49	7.86782	765	6.9094	106	5.9503	136	4.987	16	4.012	20
2.92	315625	3350	48	7.86017	763	6.8988	106	5.9367	136	4.971	17	3.992	19
2.93	312274	3302	47	7.85254	759	6.8882	106	5.9231	135	4.954	16	3.973	19
2.94	308972	3255	46	7.84495	757	6.8776	105	5.9096	135	4.938	16	3.954	20
2.95	305717	3209	46	7.83738	754	6.8671	105	5.8961	134	4.922	17	3.934	19
2.96	302508	3163	44	7.82984	752	6.8566	105	5.8827	134	4.905	16	3.915	19
2.97	299344	3119	44	7.82232	748	6.8461	104	5.8693	133	4.889	16	3.896	19
2.98	296226	3075	43	7.81484	746	6.8357	103	5.8560	133	4.873	16	3.877	19
2.99	293151	3032	43	7.80738	744	6.8254	104	5.8427	133	4.857	16	3.858	19
3.00	290120	2989	41	7.79994	740	6.8150	103	5.8294	132	4.841	16	3.839	19
3.01	287130	2948	41	7.79254	738	6.8047	103	5.8162	131	4.825	16	3.820	19
3.02	284183	2907	40	7.78516	736	6.7944	102	5.8031	131	4.809	16	3.801	18
3.03	281276	2867	40	7.77780	733	6.7842	102	5.7900	131	4.793	16	3.783	18
3.04	278409	2827	39	7.77047	730	6.7740	102	5.7769	130	4.777	16	3.765	18
3.05	275582	2788	38	7.76317	728	6.7638	101	5.7639	130	4.761	15	3.747	19

φ	A. 0.0	Differ. I.	Differ. II.	log B.	Diff.	log C.	Diff.	log D.	Diff.	log E.	Diff.	log F.	Diff.
3.06	272794	2750	37	7.75589	725	6.7537	101	5.7509	129	4.746	16	3.728	18
3.07	270043	2713	37	7.74864	723	6.7436	101	5.7380	129	4.730	16	3.710	18
3.08	267330	2676	36	7.74141	720	6.7335	100	5.7251	128	4.714	15	3.692	18
3.09	264654	2640	35	7.73421	717	6.7235	100	5.7123	128	4.699	16	3.674	18
3.10	262014	2605	35	7.72704	716	6.7135	99	5.6995	128	4.683	15	3.656	18
3.11	259409	2570	35	7.71988	713	6.7036	100	5.6867	127	4.668	15	3.638	17
3.12	256840	2535	33	7.71275	710	6.6936	99	5.6740	127	4.653	16	3.621	18
3.13	254304	2502	34	7.70565	708	6.6837	98	5.6613	126	4.637	15	3.603	18
3.14	251803	2468	32	7.69857	706	6.6739	99	5.6487	126	4.622	15	3.585	17
3.15	249334	2436	32	7.69151	703	6.6640	97	5.6361	125	4.607	15	3.568	17
3.16	246898	2404	32	7.68448	701	6.6543	98	5.6236	125	4.592	15	3.551	17
3.17	244495	2372	31	7.67747	698	6.6445	97	5.6111	125	4.577	14	3.534	17
3.18	242122	2341	30	7.67049	697	6.6348	97	5.5986	124	4.563	15	3.5 7	17
3.19	239781	2311	30	7.66352	694	6.6251	97	5.5862	124	4.548	15	3.500	17
3.20	237470	2281	30	7.65658	691	6.6154	97	5.5738	123	4.533	14	3.483	17
3.21	235190	2251	29	7.64967	690	6.6057	96	5.5615	123	4.519	15	3.466	17
3.22	232939	2222	28	7.64277	687	6.5961	95	5.5492	123	4.504	14	3.449	17
3.23	230716	2194	28	7.63590	685	6.5866	96	5.5369	122	4.490	14	3.432	17
3.24	228523	2166	28	7.62905	683	6.5770	95	5.5247	121	4.476	15	3.415	17
3.25	226357	2138	27	7.62222	680	6.5675	95	5.5126	121	4.461	14	3.398	18
3.26	224219	2111	27	7.61542	679	6.5580	95	5.5004	120	4.447	14	3.380	17
3.27	222109	2084	27	7.60863	676	6.5485	94	5.4884	120	4.433	13	3.363	17
3.28	220025	2057	25	7.60187	674	6.5391	94	5.4764	120	4.420	14	3.346	17
3.29	217967	2032		7.59513	673	6.5297	94	5.4644	119	4.406	14	3.329	17
3.30	215936			7.58840		6.5203		5.4525		4.392		3.312	

B. Reihen des Nenners.

φ	𝔄. 0.0	Differ. I.	Differ. II.	log 𝔅.	Differ. I.	Differ. II.	log ℭ.	Diff.	lg 𝔇.	Diff.	lg 𝔈.	Diff.	lg 𝔉.	Diff.	lg 𝔊.	Diff.
2.70	141657	1682	27	8.616350	5095	21	7.73833	828	6.8424	115	5.947	15	5.055	18	4.134	20
2.71	139975	1655	27	8.611255	5074	21	7.73005	825	6.8309	114	5.932	14	5.037	17	4.114	20
2.72	138320	1628	26	8.606181	5053	20	7.72180	822	6.8195	114	5.918	15	5.020	18	4.094	20
2.73	136692	1602	25	8.601128	5033	21	7.71358	818	6.8081	113	5.903	14	5.002	18	4.074	21
2.74	135090	1577	25	8.596095	5012	21	7.70540	815	6.7968	113	5.889	15	4.984	18	4.053	20
2.75	133513	1552	24	8.591083	4992	21	7.69725	813	6.7855	113	5.874	14	4.966	17	4.033	20
2.76	131961	1528	24	8.586091	4971	19	7.68912	809	6.7748	112	5.860	15	4.949	18	4.013	20
2.77	130433	1504	24	8.581120	4952	20	7.68003	806	6.7630	111	5.845	14	4.931	17	3.993	21
2.78	128929	1480	23	8.576168	4932	20	7.67297	802	6.7519	112	5.831	14	4.914	18	3.972	20
2.79	127449	1457	22	8.571237	4912	19	7.66495	800	6.7407	111	5.817	14	4.896	17	3.952	20
2.80	125991	1435	22	8.566325	4893	20	7.65695	797	6.7296	111	5.803	14	4.879	18	3.932	20
2.81	124557	1413	22	8.561432	4873	19	7.64898	794	6.7185	110	5.789	15	4.861	17	3.912	20
2.82	123144	1391	21	8.556559	4854	20	7.64104	791	6.7075	109	5.774	14	4.844	17	3.892	20
2.83	121753	1370	21	8.551705	4834	18	7.63313	787	6.6966	110	5.760	14	4.827	17	3.872	20
2.84	120383	1349	20	8.546871	4816	18	7.62526	785	6.6856	109	5.745	14	4.810	17	3.852	19
2.85	119034	1329	21	8.542055	4798	19	7.61741	782	6.6747	109	5.732	13	4.793	17	3.833	20

φ.	𝔄.	Differ.		log 𝔅.	Differ.		log ℭ.	Diff.	lg 𝔇.	Diff.	lg 𝔈.	Diff.	lg 𝔉.	Diff.	lg 𝔊.	Diff.
	0.0	I.	II.		I.	II.										
2.86	117705	1308	19	8.537257	4779	19	7.60959	779	6.6638	108	5.719	14	4.776	17	3.813	20
2.87	116397	1289	19	8.532478	4760	18	7.60180	777	6.6530	108	5.705	14	4.759	17	3.793	19
2.88	115108	1270	19	8.527718	4742	18	7.59403	773	6.6422	107	5.691	14	4.742	17	3.774	20
2.89	113838	1251	19	8.522976	4724	18	7.58630	771	6.6315	107	5.677	14	4.725	17	3.754	19
2.90	112587	1232	18	8.518252	4706	18	7.57859	767	6.6208	107	5.663	13	4.708	17	3.735	20
2.91	111355	1214	18	8.513546	4688	18	7.57092	765	6.6101	106	5.650	14	4.691	16	3.715	19
2.92	110141	1196	17	8.508858	4670	17	7.56327	762	6.5995	106	5.636	13	4.675	17	3.696	19
2.93	108945	1179	18	8.504188	4653	18	7.55565	760	6.5889	105	5.623	14	4.658	16	3.677	19
2.94	107766	1161	16	8.499535	4635	17	7.54805	757	6.5784	105	5.609	13	4.642	17	3.658	20
2.95	106605	1145	18	8.494900	4618	16	7.54048	754	6.5679	105	5.596	14	4.625	16	3.638	19
2.96	105460	1127	15	8.490282	4602	19	7.53294	751	6.5574	105	5.582	13	4.609	16	3.619	19
2.97	104333	1112	16	8.485680	4583	15	7.52543	749	6.5469	104	5.569	14	4.593	17	3.600	19
2.98	103221	1096	16	8.481097	4568	18	7.51794	745	6.5365	103	5.555	13	4.576	16	3.581	19
2.99	102125	1080	16	8.476529	4550	16	7.51049	744	6.5262	103	5.542	13	4.560	16	3.562	18
3.00	101045	1064	14	8.471979	4534	17	7.50305	741	6.5159	103	5.529	13	4.544	16	3.544	19
3.01	99981	1050	16	8.467445	4517	16	7.49564	738	6.5056	103	5.516	13	4.528	16	3.525	18
3.02	98931	1034	14	8.462928	4501	16	7.48826	735	6.4953	102	5.503	13	4.512	15	3.507	18
3.03	97897	1020	14	8.458427	4485	17	7.48091	733	6.4851	102	5.490	13	4.497	16	3.489	19
3.04	96877	1006	15	8.453942	4468	15	7.47358	731	6.4749	102	5.477	13	4.481	16	3.470	18
3.05	95871	991	13	8.449474	4453	17	7.46627	728	6.4647	101	5.464	13	4.465	15	3.452	19
3.06	94880	978	14	8.445021	4436	15	7.45899	725	6.4546	101	5.451	13	4.450	16	3.433	19
3.07	93902	964	13	8.440585	4421	16	7.45174	723	6.4445	100	5.438	13	4.434	15	3.414	18
3.08	92938	951	13	8.436164	4405	15	7.44451	721	6.4345	100	5.425	13	4.419	16	3.396	18
3.09	91987	938	13	8.431759	4390	16	7.43730	718	6.4245	100	5.412	13	4.403	15	3.378	18
3.10	91049	925	13	8.427369	4374	15	7.43012	716	6.4145	100	5.399	13	4.388	15	3.360	18
3.11	90124	912	12	8.422995	4359	15	7.42296	713	6.4045	99	5.386	12	4.373	15	3.342	18
3.12	89212	900	13	8.418636	4344	15	7.41583	711	6.3946	99	5.374	13	4.358	15	3.324	17
3.13	88312	887	11	8.414292	4329	15	7.40872	708	6.3847	98	5.361	13	4.343	15	3.307	19
3.14	87425	876	13	8.409963	4314	15	7.40164	706	6.3749	98	5.348	12	4.328	15	3.288	18
3.15	86549	863	11	8.405649	4299	15	7.39458	704	6.3651	98	5.336	13	4.313	15	3.270	17
3.16	85686	852	11	8.401350	4284	15	7.38754	701	6.3553	98	5.323	12	4.298	15	3.253	17
3.17	84834	841	12	8.397066	4269	14	7.38053	699	6.3455	98	5.311	13	4.283	14	3.236	19
3.18	83993	829	10	8.392797	4255	14	7.37354	697	6.3357	96	5.298	12	4.269	15	3.217	16
3.19	83164	819	12	8.388542	4241	15	7.36657	695	6.3261	97	5.286	13	4.254	14	3.201	16
3.20	82345	807	10	8.384301	4226	15	7.35962	692	6.3164	96	5.273	12	4.240	14	3.185	18
3.21	81538	797	10	8.380075	4211	13	7.35270	689	6.3068	96	5.261	12	4.226	14	3.167	18
3.22	80741	787	11	8.375864	4198	14	7.34581	688	6.2972	96	5.249	12	4.212	13	3.149	15
3.23	79954	776	10	8.371666	4184	15	7.33893	685	6.2876	96	5.237	13	4.199	14	8.134	17
3.24	79178	766	10	8.367482	4169	13	7.33208	683	6.2780	95	5.224	12	4.185	14	3.117	17
3.25	78412	756	10	8.363313	4156	14	7.32525	681	6.2685	95	5.212	12	4.171	13	3.100	18
3.26	77656	746	10	8.359157	4142	14	7.31844	678	6.2590	95	5.200	11	4.158	13	3.082	14
3.27	76910	736	9	8.355015	4128	14	7.31166	676	6.2495	94	5.189	11	4.145	13	3.068	15
3.28	76174	727	9	8.350887	4114	13	7.30490	674	6.2401	95	5.178	12	4.132	13	3.053	16
3.29	75447	718		8.346773	4101		7.29816	672	6.2306	94	5.166	12	4.119	12	3.037	16
3.30	74729			8.342672			7.29144		6.2212		5.154		4.107		3.021	

§. 14. Ein Theil der Beobachtungen in Tafel I. wird in folgender Tafel gefunden, berechnet nach den Elementen in §. 13.

No.	Ort.	Abweichung.		Unterschied.	Neigung.		Unterschied.	Kraft.		Unterschied.
		beobacht.	berechn.		beobacht.	berechn.		beob.	berech.	
55	Peru . . .	− 8°30′	− 2°13′	+ 6°17′	0° 0′	+ 6° 3′	+ 6° 3′	1.0000	1.0000	0.0000
64	Cumana .	− 4 14	+ 4 44	+ 8 58	+39 47	+36 51	− 2 56	1.1779	1.1507	−0.0272
19	Mexico . .	− 5 27	− 5 40	− 0 13	+42 10	+49 45	+ 7 35	1.3155	1.4101	+0.0946
39	Amboina .	+ 1 13	+ 1 33	+ 0 20	−20 37	−19 26	+ 1 11	0.9532	0.9806	+0.0274
43	Otaheite .	− 5 0	− 7 33	− 2 33	−30 6	−31 45	− 1 39		1.2332	
9	Petersburg	+ 9 12	+10 44	+ 1 32	+72 36	+67 53	− 4 53		1.5423	
24	Musk. Cove	+50 36	+44 53	− 5 43	+81 22	+79 42	− 1 40		1.8893	
17	NutkaSund	−19 44	−23 29	− 3 45	+72 29	+71 13	− 1 16		1.8291	
77	Port d. Nord	− 5 15	+ 0 30	+ 5 45	−70 50	−66 7	+ 4 43	1.5773	1.7986	+0.2213
4	Paris . . .	+20 15	+17 1	− 3 15	+69 48	+61 51	− 7 37	1.3482	1.3587	+0.0105
44	Südmeer*)	− 5 0	−11 15	− 6 15	0 0	+ 8 37	+ 8 37		1.0355	
84	Chrm. Sund	−24 43	−13 13	+11 30	−66 54	−62 26	+ 4 28		1.6360	
71	Simons Bay	+21 14	+ 9 6	−12 8	−45 19	−43 2	+ 2 17		1.0711	
34	Ind. Meer	+ 4 23	+ 4 31	+ 0 8	− 0 22	+14 46	+15 8		0.8175	
	Jakutskoi .	+ 2 0	− 8 0	−10 0		+69 45			1.6146	

Die gröſsten Fehler bey den berechneten Abweichungen treffen an dem Vorgebirge der guten Hoffnung, dem Feuerlande, in Jakutskoi und Cumana ein. Der Winkel ε, welchen beide Axen mit der Erdaxe bilden, muſs also vergröſsert werden, wodurch die Abweichungen in der Nähe der Pole wachsen; dadurch wird auch die südliche Neigung im Indischen Meere zunehmen, welches dem bedeutenden Fehler bey der berechneten Neigung in No. 34 zum Theil abhelfen wird. Ferner erhellt, daſs die Excentricität der schwächern Axe vermehrt, der stärkern hingegen vermindert werden muſs. Dadurch wird die Intensität der schwächern Axe im Südmeere stärker und im Indischen Meere schwächer; die Intensität der stärkern Axe wird gegentheils bey Verminderung der Excentricität im Indischen Meere zu- und im Südmeere

*) Der hier berechnete Beobachtungsort ist eigentlich nicht der oben §. 13, Tafel I. No. 44 angegebene, sondern der durch ein Mittel aus den drey Beobachtungen den 24, 25 und 26sten May 1804 in 3° 28′ N. Br. und 146° 31′ W. L. Gr. oder 231° 9′ O. L. Ferro gefundene Nulpunkt. Siehe Hauptst. II. S. 54.

abnehmen. Durch diese zween Verbesserungen nimmt folglich die südliche Neigung im Indischen Meere zu-, im Südmeere aber ab, wodurch die in No. 34 und No. 44 berechneten Neigungen der Wahrheit näher kommen werden. Nach einigen Versuchen ward daher angenommen: für die stärkere Axe $\varepsilon = 29° 0'$, $\alpha = 5° 13'$, für die schwächere Axe $\varepsilon = 28° 28'$, $\alpha = 5° 30'$.

Soll die Theorie die Linie ohne Neigung so darstellen, wie sie auf der Neigungskarte für das Jahr 1787 zu finden ist, so müssen beider Magnetaxen Aequatorialflächen einander in einer Linie durchschneiden, welche einen Winkel von etwa 4° 20′ mit dem Erdäquator bildet, und dessen einer Endpunkt südwärts vom Aequator in das Aethiopische Meer, ungefähr in der Länge 31° 40′ Ferro, dessen anderer Endpunkt nordwärts vom Aequator in der Länge $31° 40' + 180° = 211° 40'$ (siehe oben §. 4) in das Südmeer fällt. Wird also gesetzt HG (Fig. 53) $= \gamma = 4° 20'$, HFG $= \varepsilon = 29° 0'$, HEG $= \varepsilon' = 28° 28'$, so findet sich $\sin HF = \operatorname{tg}\gamma . \cot\varepsilon$, $\sin HE = \operatorname{tg}\gamma . \cot\varepsilon'$. Hieraus wird gefunden HF $= 7° 51'$, HE $= 8° 2'$, also die Länge des Nordpoles des Aequators der stärkern Axe oder $\zeta = 31° 40' + 7° 51' - 90° = -50° 29'$, d. i. $= 50° 29'$ W. oder 309° 31′ O. Ferro; die Länge des Nordpoles des Aequators der schwächern Axe oder $\zeta' = 31° 40' - 8° 2' + 90° = 113° 38'$ O. Ferro. Da diese Bestimmungen von der in §. 15 auf eine ganz andere Weise für diese Axen gefundenen Lage nicht beträchtlich abweichen, so wurden die Elemente folgender Maſsen angenommen:

Axe.	α	ε	ζ	δ	Q	log M.
AB	5° 13′	29° 0′	309° 51′	129° 49′	3	0.24856
ab	5 30	28 28	113 38	— 46 40	3	0.00000

Axe.	log cos ε.	log sin ε.	log cot ε.	log sin α.	lg 2 sin α.	$1 + \sin^2\alpha$.
AB	9.94182	9.68557	10.25625	8.74980	9.05083	1.00316
ab	9.94403	9.67820	10.26584	8.98157	9.28260	1.00919

$\frac{M}{M'}$ wurde ferner angenommen $= 1.7724$, oder, wenn M' als Einheit angenommen wird, $M = 1.7724$, also $\log M = 0.24856$, $\log M' = 0.00000$. Die beständigen Logarithmen und Gröfsen, welche häufig bey der Berechnung der Formeln in Hauptst. 6, §. 28 vorkommen, habe ich hinzugefügt, um sie desto leichter zur Hand zu haben.

§. 15. Wie weit diese Elemente der Wahrheit näher gekommen seyen, läfst sich aus folgender Tabelle ersehen.

No.	Ort.	Abweichung.			Neigung.			Kraft.		
		beobacht.	berechn.	Differ.	beob.	berechn.	Differ.	beob.	berech.	Differ.
1	Teneriffa .	16° 0′w.	15°34′w.	− 0°26′	62°25′n.	51°29′n.	−10°56′	1.2723	1.1948	−0.0775
4	Paris . . .	20 15	21 35	+ 1 20	69 28	62 19	− 7 9	1.3482	1.3943	+0.0461
6	Vogelsang.	20 38	45 40	+25 2	82 0	78 36	− 3 24		1.8333	
7	Nordcap .	6 0	23 58	+17 58	79 0	73 28	− 5 32		1.6815	
8	Alexandria	11 50	10 59	− 0 51	47 30	44 23	− 3 7		1.0046	
9	Petersburg	9 12 w.	14 50 w.	+ 5 38	72 36	67 42	− 4 54		1.4600	
11	Irkutsk . .	0 32 ö.	4 25 ö.	− 3 53	67 0	59 5	− 7 55		1.3665	
12	Petropaul.	6 19	11 12	− 4 53	63 5	62 50	− 0 15		1.5201	
13	Samganood.	19 59	17 34	+ 2 25	69 23	67 37	− 1 46		1.6190	
14	Norton Sd.	25 45	25 38	+ 0 7	76 25	72 57	− 3 28		1.8313	
17	Nutka Sund.	19 44	19 8	+ 0 36	72 29	68 14	− 4 15		1.7750	
19	Mexico*	7 30 ö.	8 17	− 0 47	42 10	43 3	+ 0 53	1.3155	1.3256	+0.0101
20	AlbanyFort	17 0 w.	12 27 ö.	−29 27	79 20	71 5	− 8 15		1.9483	
24	Musk. Cove	50 36 w.	39 24 w	−11 12	81 22	80 48	− 0 34		2.0267	
25	Atlant. M.*	1 45 ö.	4 21	+ 6 6	45 8	39 41	− 5 27	1.2300	1.1172	−0.1128
26	Atlant. M.*	1 0 w.	6 14	+ 5 14	52 55	41 11	−11 44	1.2830	1.1201	−0.1629
27	Atlant. M.*	9 0 w.	12 8	+ 3 8	56 42	46 19	−10 23	1.2510	1.0898	−0.1612
28	Atlant. M.*	11 0	13 16	+ 2 16	57 49	45 43	−12 6	1.2617	1.0996	−0.1621
29	Atlant. M.*	8° 0′w.	5°35′w.	− 2°25′	0° 0′	6°28′s.	− 6°28′		0.7790	
30	St. Helene	12 18	6 31	− 5 47	11 25 s.	13 36 s.	− 2 11		0.7678	
32	Barèedy. .	13 55	10 19	− 3 36	34 20 n.	34 53 n.	+ 0 33		0.8614	
33	Mocha . .	11 28	9 8	− 2 20	8 22 n.	17 47	+ 9 25		0.7600	
34	Indisch. M.	4 23 w.	7 33	+ 3 10	0 22 s.	12 0	+12 22		0.7522	
35	Indisch. M.	1 36 ö.	4 5	+ 5 41	4 45	6 45 n.	+11 30		0.7857	
37	Surrobaya	2 31 w.	3 58 w.	+ 1 27	25 40 s.	27 42 s.	− 2 2	0.9348	0.9399	+0.0051
38	Macaô . .	0 32 w.	0 33 ö.	− 1 15	22 4 n.	25 5 n.	+ 3 1		0.8799	
39	Amboina .	1 13 ö.	1 6	+ 0 7	20 37 s.	22 28 s.	− 1 51	0.9532	0.9351	−0.0181
41	Tongatab.	9 58	9 17	+ 0 41	39 2	42 18	− 3 16		1.2375	
43	Otaheite .	5 0	6 31	− 1 31	29 51	35 14 s.	− 5 23		1.1406	
44	Südmeer .	5 18	8 7	− 2 49	0 0	2 45 n.	+ 2 45		0.9905	
45	Südmeer .	2 45	5 50	− 3 5	35 49 s.	32 7 s.	+ 3 42		1.1364	
49	Cocosinsel	7 45	6 18	+ 1 27	19 45 n.	22 37 n.	+ 2 52		1.0711	

No.	Ort.	Abweichung.			Neigung.			Kraft.		
		beobacht.	berechn.	Differ.	beob.	berechn.	Differ.	beob.	berech.	Differ.
55	Nulp. Peru	8° 10′ ö.	6° 20′ ö.	+ 1° 50′	0° 0′	0° 58′ n.	+ 0° 58′	1.0000	1.0000	0.0000
56	Lima . . .	7 30	7 5	+ 0 25	9 59 s.	8 56 s.	+ 1 3	1.0773	0.9990	−0.0783
58	Carthagena		3 7		35 15 n.	34 8 n.	− 1 7	1.2938	1.1717	−0.1221
64	Cumana .	4 14	0 1	+ 4 13	39 47 n.	40 2 n.	+ 0 15	1.1779	1.1456	−0.0323
67	Atlant. M.	3 7 ö.	2 20 ö.	+ 0 47	29 7 s.	33 21 s.	− 4 14		0.9545	
70	Atlant. M.	3 18 w.	0 40 w.	− 2 38	35 45 s.	38 36 s.	− 2 51		0.9729	
71	Simons Bay	21° 14′ w.	10° 31′ w.	−10° 43′	45° 19′ s.	42° 56′ s.	+ 2° 23′		1.0466	
72	Indisch. M.	23 55	15 16	− 8 39	62 21	49 30	+12 51		1.1014	
73	Indisch. M.	12 46	13 1	+ 0 15	58 52	48 47	+10 5		1.1203	
74	Indisch. M	10 55	13 39	+ 2 44	59 52	54 30	+ 5 22		1.2607	
75	Indisch. M.	5 45	8 43	+ 2 58	50 0	46 33	+ 3 27		1.1390	
76	Georg III.S.	5 20 w.	8 31	+ 3 11	64 54	59 41	+ 5 13		1.4416	
77	Port d. Nord	5 15 ö.	1 15 w.	+ 6 30	70 50	67 17	+ 3 33	1.5773	1.6758	+0.0985
78	Dusky Bay	13 49	3 56 ö.	+ 9 53	70 6	67 46	+ 2 20		1.6567	
82	Talcag. Bay	15 15	14 35	+ 0 40	50 45	47 54	+ 2 51		1.2574	
84	Christm. S.	24 43 ö.	16 32 ö.	+ 8 11	66 54	65 38	+ 1 16		1.5496	

In vorstehender Tabelle sind *westliche* Abweichung und *nördliche* Neigung als *positive*, *östliche* Abweichung und *südliche* Neigung als *negative* Gröſsen angesehen worden. Eine positive Differenz bezeichnet also, daſs die berechnete westliche Abweichung und nördliche Neigung zu groſs, oder die östliche Abweichung und südliche Neigung zu klein sind. An den mit * bezeichneten Orten sind die Abweichungen aus der Abweichungskarte für 1770 entlehnt.

§. 16. Betrachtet man die Differenzen zwischen den beobachteten und berechneten magnetischen Erscheinungen im vorigen §., so ersieht man: 1) daſs, wenn man die in der Nähe der Magnetpole gelegenen Stellen, wie Vogelsang, Nordcap, Spitzbergen, Petersburg, Albany Fort, Musketto Cove, Dusky Bay und Christmaſs Sund ausnimmt, an den übrigen Stellen die Fehler in den berechneten *Abweichungen* beynahe sämmtlich kleiner sind als 5°; 2) daſs die berechneten *Neigungen*, sowohl die südlichen als nördlichen, bis auf wenige Ausnahmen insgesammt zu klein sind. Die gröſsten Differenzen zwischen den beobachteten und berechneten Neigungen treffen im *Atlantischen Meere* ein, und zwar in einem Striche von Teneriffa (oder, wenn man will, von Paris) gen Südwesten bis gegen 14° N. Br. und 330° Länge Ferro, und

im *Indischen Meere* von der Strafse Bab-el-Mandeb bis zur Indischen Halbinsel. Im erstgedachten Striche des Atlantischen Meeres sind die berechneten nördlichen Neigungen 10° bis 11° zu klein (siehe No. 1, 4, 26, 27, 28), im letztgedachten Striche des Indischen Meeres sind die berechneten nördlichen Neigungen 10° bis 12° zu grofs, und die südlichen ungefähr um eben so viel zu klein (siehe No. 33, 34, 35, 72, 73). An allen andern Stellen sind die Differenzen meistens unter 5°, und an den mehresten überaus unbedeutend. 3) Endlich ist sichtlich, dafs das Verhältnifs zwischen der durch die Theorie gefundenen *Intensität* in Peru und den auf dieselbe Weise bestimmten Intensitäten in Cumana, Mexico, Paris, Amboina, Java und Van Diemens Land ziemlich gut mit den Beobachtungen *Humboldts* und *de Rossels* übereinstimmen. Im obgedachten Striche des Atlantischen Meeres von Teneriffa bis hin nach der Küste Brasiliens giebt die Theorie die Intensitäten wie die Neigungen *zu klein*. Hieraus ist abzunehmen, dafs die diesen Berechnungen zu Grunde gelegten Elemente noch einer Verbesserung bedürfen.

Dem gröfsten Theile dieser Fehler liefse sich dadurch abhelfen, *dafs man den Winkel ε, welchen die Aequatorialflächen beider Magnetaxen mit dem Aequator der Erde bilden, um 2 oder 3 Grade vergröfserte.* Denn durch Vergröfserung des Winkels ε für die stärkere Axe wird die nördliche Neigung im nördlichen Theile des Atlantischen Meeres, und die südliche Neigung im Indischen Meere *zu*-, und die nördliche Neigung an letzterer Stelle zwischen dem rothen Meere und Indien folglich *ab*nehmen. Ferner wird die westliche Abweichung in Musketto Cove und im Indischen Meere in der Nähe des Vorgebirges der guten Hoffnung, imgleichen die östliche Abweichung zwischen Van Diemens Land und Neuseeland dadurch zunehmen. Durch Vergröfserung des Winkels ε für die schwächere Axe wird die nördliche Neigung in Petersburg, Sibirien und Kamtschatka, und die südliche Neigung nahe am Feuerlande zunehmen; hieraus wird ebenfalls folgen, dafs die westliche Abweichung in Petersburg und am Nordcap und die östliche in Kamtschatka *ab*-, wie die östliche Abweichung am Feuerlande *zu*nehmen werde. Endlich wird wahrscheinlich durch diese Veränderung die berechnete Intensität im nördlichen Atlantischen Meere zunehmen.

Soll die berechnete Abweichung in Albany Fort = 17° W. werden, so muſs man die Länge ζ des Nordpoles des Aequators der stärkern Magnetaxe um ein paar Grade verkleinern, wodurch zugleich die westliche Abweichung im Indischen Meere und am Vorgebirge der guten Hoffnung (No. 71 und 72) nebst der östlichen Abweichung am Van Diemens Lande und an Neuseeland (No. 77 und 78) zunehmen wird. Vielleicht könnte man auch an der schwächern Axe ζ ungefähr um eben so viel verkleinern, welches die östlichen Abweichungen in Südamerica (No. 58 und 64) zu erfordern scheinen.

§. 17. Aus denselben Elementen (§. 14) ward für den *Nordpol der Erde* die Neigung 81° 19′, die magnetische Kraft = 1.8512 gefunden, wenn die Kraft an *Humboldts* Nulpunkt in Peru = 1 gesetzt wird; und die Berechnung zeigte, daſs die horizontale Magnetnadel im Meridiane 286° 12′ O. Ferro in Ruhe seyn würde, so daſs der Nordpol der Nadel im Meridiane 286° 12′ gen Süden und ihr Südpol im entgegengesetzten Meridiane 106° 12′ O. Ferro ebenfalls gen Süden wiese. Gehet man also vom Pole im Meridiane 286° 12′ gen Süden, so weiset in diesem Striche die Nadel gerade nach Süden, oder die Abweichung ist = 180°; zugleich wächst die Neigung, bis man zu einem gewissen Punkte kommt, wo sie = 90°, und wo die horizontale Nadel ohne Richtung ist. Gehet man noch weiter gen Süd, so drehet sich die horizontale Nadel plötzlich gen Norden, so daſs sich die Abweichung augenblicklich von 180° bis 0° verändert. Um die Lage dieses Ortes auszumitteln, wurden die drey magnetischen Erscheinungen, Abweichung, Neigung und Kraft für folgende Punkte in der Baffinsbucht und an der Ostküste Grönlands berechnet:

No.	Ort.	Breite.	Länge Ferro.	Abweichung.	Neigung.	Kraft.
I.	Christianshaab . .	69° 0′	330° 0′	56° 18′ w.	80° 30′ n.	1.9064
II.	Hornsund	74 0	329 52	76 56	83 7 ½	1.9249
III.	Cap Dudley Diggs	76 40	320 52	88 28	84 0	1.9713
IV.	Th. Smiths Sund	78 30	310 40	113 19	86 6	1.9829
V.	Baffinsbay	67 0	292 9	1 18	85 45	2.0268
VI.	Baffinsbay	71 0	291 9	1 16 w.	87 45	2.0059
VII.	Baffinsbay	75 50	290 0	169 21 ö.	88 45	2.0089

Die Länge und Breite der obigen Punkte in der Baffinsbucht ist entlehnt aus *A new Chart of the World on Wright's or Mercators Projection published by Laurie & Whittle, London* 1800. Hieraus ist zu ersehen, dafs derjenige Punkt, in welchem die magnetische Richtung senkrecht ist gegen die Erdoberfläche, oder die Neigung = 90°, zwischen die zwey letzteren Orte (VI. und VII.) ungefähr in den Meridian 291° O. Ferro und in die Breite 73° 53′ fällt. In einer Linie von diesem Punkte bis zum Pole der Erde weiset demnach die Nadel gen Süd, oder die Abweichung ist = 180°; ostwärts von dieser Linie ist die Abweichung westlich, westwärts von derselben östlich.

Auf dieselbe Weise ward für den *Südpol der Erde* die Neigung = 81° 37′ südlich, die Kraft = 1.9159 gefunden; die horizontale Magnetnadel wird hier im Meridiane 4° 11′ und 184° 11′ O. Ferro ruhen, so dafs ihr Nordpol im ersteren (4° 11′) gen Norden, ihr Südpol im letzteren dieser Meridiane (184° 11′) gen Norden weisen wird.

§. 18. An einem gegebenen Orte der Erdoberfläche sey die Neigung $= \mathfrak{J}$, die magnetische Kraft $= K$, die Anzahl der Schwingungen, welche die Neigungsnadel in einer gewissen Zeit t macht, $= N$; die Kraft K kann alsdann in zween Seitenkräfte aufgelöst werden, von denen die eine senkrecht gegen die Erdoberfläche, die andere parallel mit derselben ist. Wird die letztere gesetzet $= k$, so ist $k = K . \cos \mathfrak{J}$. Getrieben von dieser Kraft k, wird die horizontale Magnetnadel in derselben Zeit t eine gewisse Anzahl Schwingungen $= n$ machen, und da die Quadrate der Anzahl der Schwingungen sich wie die Kräfte verhalten, so ist $N^2 : n^2 = K : K . \cos \mathfrak{J}$, also $n = N \sqrt{\cos \mathfrak{J}}$. In *Humboldts* Nulpunkte in Peru bezeichne man dieselben Gröfsen mit K', k', N', n' und $\mathfrak{J}'$, so ist nach *Humboldts* Beobachtungen $\mathfrak{J}' = 0°$, $N' = 211$ (Hauptst. 2, S. 68), $t = 10'$, also $N' = n'$. Nun ist $K' : K = (N')^2 : N^2$, also $N = N' \sqrt{\frac{K}{K'}}$; in diesem Ausdrucke ist $\frac{K}{K'}$ die relative magnetische Kraft an dem Orte, wenn die Kraft in Peru als Einheit angenommen wird (siehe die Tabelle §. 15); wird gesetzt $\frac{1}{K'} = P$, so ist $N = N' \sqrt{P . K}$ und $n = N \sqrt{\cos \mathfrak{J}}$ $= N' \sqrt{P . K . \cos \mathfrak{J}}$.

Durch Berechnung ward gefunden $K' = 0.049872$, also $P = 20.0512$; *folglich wird die Anzahl vertikaler Schwingungen, welche Humboldts Nadel an einem gewissen Orte der Erdoberfläche in* $10' = 600''$ *machen würde,* $= N = 211\sqrt{K.20{,}0512} = 944{,}8\sqrt{K}$, *und die Anzahl horizontaler Schwingungen, welche dieselbe Nadel in einer horizontalen Ebene in derselben Zeit machen würde,* $= 211\sqrt{P.K.\cos\mathfrak{J}}$.

Folgende Tabelle enthält die dergestalt berechneten Schwingungen der Humboldtschen Nadel in 10′ sowohl in einer horizontalen als vertikalen Ebene, nebst der Gröfse des horizontalen Theiles der magnetischen Kraft $Pk = PK.\cos\mathfrak{J}$, wenn die Intensität in *Humboldts* Nulpunkt in Peru als Einheit angenommen wird.

No.	Ort.	Vertik. Schwing. in 10 Min.		Differ.	Horizont. Schwing. in 10 Min.	Horizont. magnet. Kraft.
		beobacht.	berechn.			
1	Teneriffa	238	230.6	− 7.4	182.0	0.7440
4	Paris	245	249.1	+ 4.1	169.8	0.6478
6	Vogelsang . . .		285.7		127.0	0.3624
7	Nordcap		273.6		146.0	0.4785
8	Alexandria . . .		211.5		178.8	0.7180
9	Petersburg . . .		255.0		157.1	0.5540
11	Irkutsk		246.7		176.8	0.7021
12	Petropaulowska		260.2		175.8	0.6941
13	Samganoodha .		268.5		165.7	0.6165
14	Norton Sund . .		285.5		154.6	0.5370
17	Nutka Sund . .		281.1		171.2	0.6582
19	Mexico	242	242.9	+ 0.9	207.7	0.9687
	Nordpol.		287.1		111.6	0.2795
VII.	Baffinsbay . . .		299.4		44.8	0.0450
VI.	Baffinsbay . . .		298.8		83.9	0.0787
V.	Baffinsbay . . .		300.4		116.4	0.1502
20	Albany Fort . .		294.5		167.7	0.6316
IV.	Th. Smiths Sund		297.1		77.5	0.1349
III.	Cap Dudl. Diggs		296.2		95.8	0.2060
24	Musketto Cove .		300.4		120.1	0.3240
II.	Hornsund. . . .		292.7		101.3	0.2304
I.	Christianshaab .		291.3		118.4	0.3146

No.	Ort.	Vertik. Schwing. in 10 Min.		Differ.	Horizont. Schwing. in 10 Min.	Horizont magnet. Kraft.
		beobacht	berechn.			
25	Atlantisch. Meer	234	223.0	— 11.0	195.6	0.8598
26	Atlantisch. Meer	239	223.3	— 15.7	193.7	0.8430
27	Atlantisch. Meer	236	220.4	— 15.6	183.2	0.7527
28	Atlantisch. Meer	237	221.2	— 15.8	184.9	0.7678
29	Atlantisch. Meer		186.2		185.6	0.7740
30	St. Helene . . .		184.9		182.5	0.7463
32	Bareedy.		195.8		164.6	0.7066
33	Mocha		184.0		179.5	0.7237
34	Indisches Meer		183.0		181.0	0.7558
35	Indisches Meer		187.0		186.4	0.7803
37	Surrobaya . . .	204	204.6	+ 0.6	192.5	0.8322
38	Macao		197.9		188.4	0.8496
39	Amboina	206	204.0	— 2.0	196.1	0.8641
41	Tongataboo . .		234.7		201.5	0.9153
43	Otaheite		225.3		203.8	0.9317
44	Südmeer		210.0		208.7	0.9894
45	Südmeer		224.9		207.0	0.9625
49	Cocosinsel . . .		218.4		209.8	0.9888
55	Nulpunkt Peru .	211	211.0		211.0	1.0000
56	Lima	219	210.9	— 8.1	209.5	0.9869
58	Carthagena . . .	240	228.4	— 11.6	207.8	0.9699
64	Cumana	229	225.8	— 3.2	157.0	0.8771
67	Atlantisch. Meer		206.1		188.4	0.7974
70	Atlantisch. Meer		208.1		184.0	0.7604
71	Simons Bay. . .		215.9		184.7	0.7663
72	Indisches Meer.		221.4		178.5	0.7153
73	Indisches Meer.		223.3		181.3	0.7382
74	Indisches Meer.		236.9		180.5	0.7521
75	Indisches Meer.		225.2		209.5	0.7833
76	Georg III. Sund		253.3		180.0	0.7277
77	Port du Nord . .	265	273.1	+ 8.1	169.2	0.6472
78	Dusky Bay . . .		268.5		165.1	0.6269
82	Talcaguana Bay		236.6		193.7	0.8430
84	Christmaſs Sund		262.7		168.7	0.6393
	Südpol		292.0		111.5	0.2793

Vergleichet man die Resultate in vorstehender Tabelle mit den Tabellen in §. 15 und §. 17, so erhellet: 1) dafs die magnetische Kraft ihr Maximum in der Baffinsbay nahe an demjenigen Punkte erreicht, wo die Neigung ist $= 90°$ (siehe No. 24, V., VI., VII.), und dafs sie daselbst ungefähr zwey Mal gröfser ist als an *Humboldts* Nulpunkte in Amerika; dafs ihr Minimum im Indischen Meere nahe an der Linie ohne Neigung zwischen dem rothen Meere und der Indischen Halbinsel (siehe No. 34) eintreffe, wo sie ungefähr $\frac{3}{4}$ der Kraft an *Humboldts* Nulpunkte in Peru ist, so dafs sich die gröfste Kraft zur kleinsten verhält $= 2.0268 : 0.7522 = 2.7 : 1$. An ersterer Stelle würde *Humboldts* Nadel in 10 Min. 500 und an letzterer in derselben Zeit 185 Schwingungen machen. 2) Dafs der gröfste Unterschied zwischen den berechneten und beobachteten Intensitäten im Atlantischen Meere in demselben Striche eintrifft, wo die berechnete Neigung zu klein gefunden wurde. An den andern Stellen, wie Paris, Mexico, Amboina, Java, Van Diemens Land, ist der Unterschied zwischen den beobachteten und berechneten Intensitäten und zwischen den beobachteten und berechneten vertikalen Schwingungen unbedeutend. Doch scheinen die hier angewandten Elemente den Zuwachs der Intensität nahe an der Linie ohne Neigung etwas zu klein, und in gröfsern magnetischen Breiten etwas zu grofs anzugeben. 3) Dafs der horizontale Theil der magnetischen Kraft sowohl als die Anzahl der horizontalen Schwingungen von der Linie ohne Neigung an nach den Punkten zu abnimmt, wo die Neigung $= 90°$ ist.

Da die Elemente, auf denen obige Berechnungen gegründet sind, noch beträchtlicher Berichtigungen bedürfen, so können demnach die angeführten Resultate nur grobe Annäherungen seyn; inzwischen scheint so viel zu erhellen, dafs, *wenn eine Neigungsnadel in Paris* 245 *Schwingungen in* 10′ *macht, sie nirgends auf der Erde in derselben Zeit mehr als etwa* 500, *oder weniger als* 190 *bis* 200 *Schwingungen machen wird.*

Zusatz. *Chr. Middleton* beklagt sich, "dafs er und Andere, welche Grönland und die Davisstrafse besegelten, einen der Compasse beständig in Bewegung erhalten müfsten, wenn sie nahe an das Eis kämen, entweder weil in der Luft einige magnetische Theilchen oder irgend eine andere Beschaffenheit

wäre, was sie verhinderte die rechte Stellung anzunehmen *(there being either some magnetic particles in the Air, or some other quality, that hinders them from traversing).* Dieses geschieht gewöhnlich (sagt er) bey der Einfahrt in die Hudsonsstraſse oder Bay, aber nur dann, wenn man dem Eise nahe oder zwischen demselben ist" *). Dieses Phänomen läſst sich, ohne eine solche Hypothese, gar leicht erklären. Aus vorstehender Tabelle ist zu ersehen, daſs der mit dem Horizonte parallele Theil k der magnetischen Kraft in der Hudsons- und Baffinsbay sehr klein ist. So ist in 75° 30′ Breite und 290° Länge $k = 0{,}045$ (No. VII.), wenn die Kraft in Peru $= 1$ angenommen wird. Wird die Nadel aus dem magnetischen Meridian herausgebracht, so daſs sie mit demselben einen Winkel macht $= d$, so ist derjenige Theil der Kraft, welcher die Nadel um ihren Mittelpunkt zu drehen strebt $= k \,.\, \sin d$. Ist nun z. B. $d = 10°$, so ist diese Kraft $= 0{,}045 \,.\, \sin 10° = 0{,}0078$. Da die Compaſsrose ein ziemliches Gewicht hat, und diejenige Spitze, auf welcher sie sich dreht, der beständigen Bewegung halben nicht sonderlich fein seyn kann, so wird immer eine bedeutende Reibung statt finden; und wenn das Moment dieser Reibung gröſser ist als dasjenige der magnetischen Kraft, so bleibt die Nadel stehen, ohne sich gegen den magnetischen Meridian drehen zu können. Daſs *Middleton* sagt, dieses geschehe niemals als nahe bey oder zwischen dem Eise, besagt wohl nichts anders als in groſsen nördlichen Breiten, d. i. nahe bey dem Punkte, wo die Neigung $= 90°$ ist.

§. 19. Da die Berechnung der magnetischen Abweichung, Neigung und Kraft ziemlich weitläuftig ist, wird es vielleicht zweckdienlich seyn, selbige durch ein Beyspiel zu erläutern; und dazu wollen wir Mexico wählen. Aus Tafel I. No. 19 (S. 364) findet man die Breite von Mexico $= p = 19° \, 26'$, die Länge $= q = 278° \, 32'$; und aus der Tabelle in §. 14 (S. 370) findet man die zur Berechnung der Formeln in Hauptst. 6, §. 28 nothwendigen Elemente, nämlich:

(A) für die stärkere Axe	$\zeta = 509° \; 51'$	Die mit * bezeichneten Logarithmen gehören zu negativen Zahlen.
	$q = 278 \;\; 32$	
	$q - \zeta = - \; 30° \; 59'$	

*) Middletons Observations of the Variation of the Needle made in a Voyage to Hudsons Bay in the Year 1731. Philos. Trans. No. 429, July-Oct. 1733.

(1)

$$\begin{aligned}\log\cos\varepsilon &= 9.94182\\ \log\sin p &= \underline{9.52207}\\ &\ 9.46389 \,..+0.29100\end{aligned}$$

(2)

$$\begin{aligned}\log\cos\varepsilon &= 9.94182\\ \log\cot(q-\zeta) &= \underline{10.22151^*}\\ &\ 10.16333 \,..-1.45657\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\log\sin\varepsilon &= 9.68557\\ \log\cos p &= 9.97453\\ \log\cos(q-\zeta) &= \underline{9.93514}\\ &\ 9.59324 \,..\underline{+0.39196}\\ \sin\mu &= 0.68296\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\log\sin\varepsilon &= 9.68557^*\\ \log\operatorname{tang} p &= 9.54754\\ \log\operatorname{cosec}(q-\zeta) &= \underline{0.28837^*}\\ &\ 9.52148 \,..\underline{+0.53226}\\ \cot(\nu+\delta) &= -1.12431\end{aligned}$$

(3)

$$\begin{aligned}\log\cot\varepsilon &= 10.25625\\ \log\cos p &= 9.97453\\ \log\operatorname{cosec}(q-\zeta) &= \underline{0.28837^*}\\ \log\Delta &= 10.51915^*\end{aligned}$$

(5)

$$\begin{aligned}\log\sin p &= 9.52207^* & \Delta &= -3.30484\\ \log\cot(q-\zeta) &= \underline{10.22151^*} & B &= \underline{+0.55409}\\ \log B &= 9.74358 & \cot\Delta &= -2.75075\end{aligned}$$

Da $\cos\varepsilon\,.\,\cot(q-\zeta) > \sin\varepsilon\,.\,\operatorname{tang}p\,.\,\operatorname{cosec}(q-\zeta)$, so wird in der Formel

$$\cot(\nu+\delta) = \frac{\cos\varepsilon\,.\,\cos(q-\zeta) - \sin\varepsilon\,.\,\operatorname{tang}p}{\sin(q-\zeta)}$$

der Zähler positiv, der Nenner negativ; also ist $\nu+\delta$ im 4ten Quadranten. Auf dieselbe Weise wird gefunden, dafs Δ im 4ten Quadranten ist; folglich ist $\mu = 43^\circ\ 4'\frac{4}{5}$, $\nu+\delta = -41^\circ\ 59'$, $\Delta = -19^\circ\ 59'$; und da $\delta = 129^\circ\ 49'$, so wird $\nu = -171^\circ\ 28'$.

(4)

$$\begin{aligned}\log\cos\mu &= 9.85556\\ \log\sin\nu &= \underline{9.17139^*} \quad \cot\nu = +6.66465\\ &\ 9.02495^*\\ \log\sin\alpha &= \underline{8.74980}\\ &\ 9.72485^* \,\ldots\ldots \underline{-0.53070}\\ \varphi &= -170^\circ\ 44'\tfrac{1}{2} \quad \cot\varphi = 6.13395\end{aligned}$$

(5)

$$\begin{aligned}\log\cos\mu &= 9.85556\\ \log\cos\nu &= 9.99517^*\\ \lg(2\sin\alpha) &= \underline{9.05083}\\ &\ 8.89956 \,\ldots\ldots -0.07935\\ & \qquad 1+\sin^2\alpha = \underline{1.00316}\\ \log R^2 &= 9.96558 \qquad R^2 = 0.92381\\ \log R &= 9.98279 \qquad R = 0.96115\\ & \qquad Q = \underline{3.}\\ & \qquad QR = \varrho = 2.88345\end{aligned}$$

(6)

$\log \sin \alpha = 8.74980$
$\log \sin \varphi = 9.20655^*$
$\log \cos \eta = 7.95635^*$ $\eta = 90^\circ\ 51'$

(7)

$\log \sin \mu = 9.83443$
$\log R = 9.98279$
$\log \cos u = 9.85164$ $u = 44^\circ\ 43'$

(8)

$\log \sin \mu = 9.83443$
$\log \sin \eta = 9.99998$
$\log \cos v = 9.83445$ $v = 46^\circ\ 55'$.

Für $\varrho = 2{,}88545$ werden durch Interpolation aus der Tafel II. §. 15 (S. 366) die Werthe von A, $\log B$, $\log C \ldots \mathfrak{A}$, $\log \mathfrak{B}$, $\log \mathfrak{C} \ldots$ u. s. w.*) gesucht, und da $2u = 89^\circ\ 26'$, $4u = 178^\circ\ 52'$, $6u = 268^\circ\ 18'$, $8u = 357^\circ\ 44'$, $10u = 87^\circ\ 10'$, $12u = 176^\circ\ 56'$, so wird $\cot \omega$ auf folgende Weise gefunden:

$A = +0.0328295$ $\mathfrak{A} = -0.0114670$

$\log B = 7.88827$
$\log \mathfrak{B} = 8.526080^*$
$\log \cos 2u = 7.995198$
765 . . . . 5.88347
6.521278* 5321

$\log C = 6.9379$
$\log \mathfrak{C} = 7.59137^*$
$\log \cos 4u = 9.99991^*$
-8666 . . . . . 6.9378*
7.59128 . . . . $+59019$

$\log D = 5.986$
$\log \mathfrak{D} = 6.6385^*$
$\log \cos 6u = 8.4723^*$
29 . . . . . 4.458*
5.1108 129

$+0.0329060 - 8695$ $-0.0117991 + 59148$

*) Durch Multiplication der daselbst sich vorfindenden Differenzen mit $d\varrho = 0{,}315$. Die zweyte Differenz läſst sich meist ausser Betracht setzen.

+ 0.0329060 − 8695 — − 0.0117991 + 59148

$\log E = 5.031$

$\log \mathfrak{E} = 5.686^*$

$\log \cos 8u = 0.000$

107 . . . . 5.031

5.686* 485

$\log F = 4.064$

$\log \mathfrak{F} = 4.736^*$

$\log \cos 10u = 8.694$

1 . . . . 2.758

5.430* 5

$\log \mathfrak{G} = 5.767^*$

$\log \cos 12u = 9.999^*$

5.766 6

+ 0.0329168 − 8695 — − 0.0118479 + 59154

− 8695 — + 59154

Z = 0.0320473 . . . . $\log Z = 8.50579$ — $N = -0.0079325$

$\log \sin 2u = 9.99998$

8.50577

$\log N = 7.89941^*$

$\log \cot \omega = 10.60636^*$ $\omega = -13^\circ\, 54'\tfrac{1}{2}$

$v = 46\ 55$

$i = 60^\circ\ 49'$

(11)	(12)	(13)
$\log Z.\sin 2u = 8.50577$	$\log \tang \mu = 9.97087$	$\log \tang i = 10.25304$
$\log \sec \omega = 0.01291$	$\log \cot \eta = 7.95638^*$	$\log \cos \eta = 7.95635^*$
$\log F = 8.51868$	$\log \sin f = 7.92725^*$	$\log \tang g = 8.20939^*$
$\log M = 0.24856$	$f = -0^\circ\ 29'$	$g = -0^\circ\ 56'$
$\log MF = 8.76724$		

Digitized by Google

(14)

$\log \sin i = 9.94106$
$\log \sin \eta = 9.99998$
$\log \sin I = 9.94104$
$I = 60^\circ\ 49'$

(15)

$f = -\ 0^\circ\ 29'$
$g = -\ 0\ \ 56$
$f + g = -\ 1^\circ\ 25'$
$\Delta = -\ 19\ \ 56$
$D = -\ 18^\circ\ 54'$

(B) für die schwächere Axe $\zeta' = 115^\circ\ 38'$
$q = 278\ \ 52$
$q - \zeta' = 164^\circ\ 54'$

$\log \cos \varepsilon' = 9.94405$
$\sin p = 9.52207$
$9.46610 \ldots + 0.29248$

$\log \cos \varepsilon' = 9.94405$
$\log \cot(q - \zeta') = 10.56892^*$
$10.51295^* \ldots - 3.25801$

$\log \sin \varepsilon' = 9.67820$
$\cos p = 9.97453$
$\cos(q - \zeta') = 9.98474^*$
$9.63747^* \ldots - 0.43398$
$\sin \mu' = -\ 0.14150$

$\log \sin \varepsilon' = 9.67820^*$
$\text{tang}\, p = 9.54754$
$\text{cosec}(q - \zeta') = 0.58418$
$9.80992^* \ldots - 0.64554$
$\cot(\nu' + \delta) = -\ 3.90355$

$\log \cot \varepsilon' = 10.26584$
$\cos p = 9.97453$
$\text{cosec}(q - \zeta') = 0.58418$
$\log A = 10.82455$

$\log \sin p = 9.52207^*$ $A = +\ 6.67652$
$\cot(q - \zeta') = 10.56892^*$ $B = +\ 1.23308$
$\log B = 10.09099$ $\cot \Delta' = 7.90960$

Also ist $\mu' = -\ 8^\circ\ 8'$, $\Delta' = +\ 7^\circ\ 12'$, $\nu' + \delta' = +\ 165^\circ\ 58'$
$\delta' = -\ 46\ \ 40$
$\nu' = +\ 212^\circ\ 18'$

$\lg \cos \mu' = 9.99561$
$\sin \nu' = 9.72783^*$ $\cot \nu' = +\ 1.58184$
9.72344^*
$\lg \sin \alpha' = 8.98157$
$9.25815^* \ldots\ldots - 0.18119$
$\varphi' = 215^\circ\ 31'\tfrac{1}{2}$ $\cot \varphi' = +\ 1.40065$

$\lg \cos \mu' = 9.99561$
$\cos \nu' = 9.92699^*$
$2 \sin \alpha' = 9.28260$
$9.20520^* \ldots\ldots - 0.16040$
$1 + \sin^2 \alpha' = 1.00919$
$\lg (R')^2 = 9.92880$ $(R')^2 = 0.84879$
$\log R' = 9.96440$ $R' = 0.92130$

$\lg \sin \alpha' = 8.98157$ $\log R' = 9.96440$ $R' = 0.92150$
$\lg \sin \varphi' = \underline{9.76422^*}$ $\log \sin \mu' = \underline{9.15076^*}$ $Q' = 3.$
$\lg \cos \eta' = 8.74579^*$ $\eta' = 93^\circ\ 11'\tfrac{1}{2}$ $\log \cos u' = 9.18636^*$ $Q'R' = \varrho' = 2.76390$

$\log \sin \mu' = 9.15076^*$
$\log \sin \eta' = \underline{9.99933}$ $u' = 98^\circ\ 50'$
$\cos v' = 9.15143^*$ $v' = 98\quad 9$

Hier findet sich also $2u' = 197^\circ\ 40'$, $4u' = 35^\circ\ 20'$, $6u' = 233^\circ\ 0'$, $8u' = 70^\circ\ 40'$, $10u' = 268^\circ\ 20'$, $12u' = 106^\circ\ 0'$. In diesem Falle, wenn der Polarabstand u' gröſser ist als 90°, also die wahre Magnetbreite *südlich*, kann man auch den Polarabstand vom südlichen Magnetpole rechnen. Wird dieser gesetzet $= u''$, also $u' = 180^\circ - u'' = \frac{1}{2}c - u'$ (wenn der Umkreis des Kreises mit c bezeichnet wird), so ist $2u' = c - 2u''$, $4u' = 2c - 4u''$, $6u' = 3c - 6u''$, und im Allgemeinen $2nu' = nc - 2nu''$. Nun ist $\sin 2u' = \sin(c - 2u'') = -\sin 2u''$, $\cos 2nu' = \cos(nc - 2nu'') = \cos 2nu''$; folglich wird in der Formel für $\cot \omega'$

$$Z = A + B.\cos 2u' + C.\cos 4u' + \ldots = A + B.\cos 2u'' + C.\cos 4u'' + \ldots$$
$$N = \mathfrak{A} + \mathfrak{B}.\cos 2u' + \mathfrak{C}.\cos 4u' + \ldots = \mathfrak{A} + \mathfrak{B}.\cos 2u'' + \mathfrak{C}.\cos 4u'' + \ldots$$

Wird gesetzt $\cot \omega' = \frac{Z.\sin 2u}{N}$, $\cot \omega'' = \frac{Z.\sin 2u''}{N}$, so ist $\cot \omega' = -\cot \omega''$, also $\omega' = 180^\circ - \omega''$. Rechnet man also das Complement Lcd $= v'$ (Fig. 45) der excentrischen Magnetbreite vom Südpole an, d. i. setzet man $v' = 180^\circ - v''$, so ist die schiefe Neigung $i' = v' - \omega' = 180^\circ - v'' - (180^\circ - \omega'') = \omega'' - v'' = -(v'' - \omega'')$.

$A = +0.0374906$ $\mathfrak{A} = -0.0131362$

$\log B = 7.98297$
$\log \mathfrak{B} = 8.584150^*$
$\log \cos 2u' = \underline{9.979019^*}$
-91620 . . . . . 7.96199^*
8.563169 . . . . $+365737$

$A = +0.0374906 - 91620$ $\mathfrak{A} = -0.0151362 + 365737$

$\log C = 7.0695$

$\log \mathfrak{C} = 7.68596^*$

$\log \cos 4u' = 9.91158$

9575 . . . . 6.9811

7.59754* 59586

$\log D = 6.1550$

$\log \mathfrak{D} = 6.7698^*$

$\log \cos 6u' = 9.7795^*$

860 . . . . . 5.934*

6.5493 3542

$\log E = 5.235$

$\log \mathfrak{E} = 5.854^*$

$\log \cos 8u' = 9.520$

57 . . . . 4.755

5.374* 237

$\log F = 4.302$

$\log \mathfrak{F} = 4.942^*$

$\lg \cos 10u' = 8.464^*$

1 . . . . . 2.766*

5.406 2

$\log \mathfrak{G} = 4.005^*$

$\lg \cos 12u' = 9.440^*$

5.445 5

$+0.0384538 - 92481$ $-0.0171185 - 369284$

92481 $+ 369284$

$Z' = +0.0292057$ . . . . $\log Z' = 8.46547$ $N' = +0.0198099$

$\log \sin 2u' = 9.48213^*$

7.94760*

$$\log Z'.\sin 2u' = 7.94760^*$$
$$\log N' = 8.29688$$
$$\log\cot\omega' = 9.65072 \qquad \omega' = 114^\circ\ 6'$$
$$v' = 98\ \ 9$$
$$i' = -\ 15^\circ\ 57'$$

$\log Z'.\sin 2u' = 7.94760^*$	$\log\text{tang}\,\mu' = 9.15515^*$	$\log\text{tang}\,i' = 9.45606^*$
$\log\sec\omega' = 0.38881^*$	$\log\cot\eta' = 8.74646^*$	$\log\cos\eta' = 8.74579^*$
$\log F' = 8.33641$	$\log\sin f' = 7.90161$	$\log\text{tang}\,g' = 8.20185$
$\log M' = 0.00000$		
$\log M'F' = 8.33461$		

$\log\sin i' = 9.43901^*$	$f' = 0^\circ\ 27'$	$D = -\ 18^\circ\ 34'$
$\log\sin\eta' = 9.99933$	$g' = 0\ \ 55$	$D' = +\ 5\ \ 50$
$\log\sin I' = 9.43834^*$	$f' + g' = 1^\circ\ 22'$	$D - D' = -\ 24^\circ\ 24'$
$I' = -\ 15^\circ\ 55'\tfrac{1}{2}$	$\Delta' = 7\ \ 12$	
	$D' = 5^\circ\ 50'$	

(16 — 17)

$\log MF = 8.76724$	$2\log MF = 7.53448 \ldots$	$+\ 0.0034236$
$\log M'F' = 8.33641$	$2\log M'F' = 6.67282 \ldots$	$+\ 4708$
$\log 2 = 0.30103$		
7.40468	7.40468	
$\log\cos I = 9.68809$	$\log\sin I = 9.94104$	
$\log\cos I' = 9.98300$	$\log\sin I' = 9.43834^*$	
$\log\cos(D - D') = 9.95937$	$6.78406^* \ldots$	$-\ 6082$
$7.03514 \ldots\ldots$		$+\ 10843$
	$\log K^2 = 7.64055$	$K^2 = 0.0043705$
	$\log K = 8.82027$	$K = 0.0661100$

(18)

$C.\log K = 1.17973$	1.17973	$A = +\,0.77270$
$\log MF = 8.76724$	$\log M'F' = 8.33641$	$B = -\,0.09005$
$\log \sin I = 9.94104$	$\log \sin I' = 9.43834^*$	$\sin \mathfrak{J} = 0.68265$
$\log A = 9.88801$	$\log B = 8.95448^*$	$\mathfrak{J} = +\,43°\ 3'$

(19)

$C.\log \sin(D - D') = 0.38394^*$ $\quad\quad \cot(D - D') = -\,2.20449$

$\log MF - \log M'F' = 0.43085$

$\log \cos I - \log \cos I' = 9.70509$

0.51986^* . . . . $-\,3.31024$

$o = -\,10°\ 16'\tfrac{2}{3}$ . . $\cot o = -\,5.51473$

$D = -\,18\ \ 34$

$\mathfrak{D} = -\ \ 8°\ 17'\tfrac{1}{3}$

In *Humboldts* Nulpunkte in Peru ward gefunden $K' = 0.049872$; also $P = \frac{1}{K'} = 20.0512$. Folglich wird die Magnetkraft in Mexico, wenn die Kraft in *Humboldts* Nulpunkt in Peru als Einheit angenommen wird, $= \mathfrak{K} = PK$, der horizontale Theil derselben $\mathfrak{k} = PK.\cos \mathfrak{J}$; die Anzahl der vertikalen Schwingungen der Neigungsnadel $= N = 211\sqrt{PK}$, die Anzahl der Schwingungen derselben Nadel in einer horizontalen Ebene $= n = 211\sqrt{PK.\cos \mathfrak{J}} = N\sqrt{\cos \mathfrak{J}}$ (§. 18).

$\log K = 8.82027$	$\tfrac{1}{2}\log \mathfrak{K} = 0.06121$
$\log P = 1.30214$	$\log 211 = 2.32428$
$\log \mathfrak{K} = 0.12241$ . . $\mathfrak{K} = 1.3256$	$\log N = 2.38549$ . . $N = 242.9$
$\log \cos \mathfrak{J} = 9.86377$	$\tfrac{1}{2}\log \cos \mathfrak{J} = 9.93188$
$\log \mathfrak{k} = 9.98618$ . . . $\mathfrak{k} = 0.9687$	$\log n = 2.31737$ . . . $n = 207.7$

So ist alsdann in Mexico die Abweichung 8° 17′ östlich, die Neigung 43° 3′ nördlich, die magnetische Kraft = 1.3256, der horizontale Theil derselben = 0.9687, die Anzahl der vertikalen Schwingungen = 242.9, der horizontalen = 207.7. Nach den Beobachtungen des *Don Alzate* war die Abweichung in Mexico im December 1769 = 5° 35′ ö. (nach der Karte für 1770 ist sie eher 6½ ö.); nach *Humboldts* Beobachtung 1799 war die Neigung

$= 42^\circ\ 10'$ n., die Kraft $= 1.3155$, und die Anzahl der vertikalen Schwingungen $= 242$.

§. 20. In der ganzen obigen Theorie ist auf die sphäroidische Gestalt der Erde gar keine Rücksicht genommen worden. Diese Gestalt der Erde hat aus einer doppelten Ursache Einfluſs auf die magnetischen Erscheinungen derselben; theils stehen nämlich die Erdradien auf der elliptischen Erde nicht senkrecht gegen die Erdoberfläche (wie in unserer Theorie angenommen ist), theils werden die berechneten Magnetradien ρ (Haupst. 6 §. 20) auſserhalb des Aequators auf einer elliptischen Erde kleiner gefunden werden als auf einer kugelrunden. Ersteres wird auf die Neigung, letzteres auf die magnetische Kraft einigen Einfluſs haben.

ALP (Fig. 55) sey ein Quadrant des elliptischen Meridians, AC des Aequators Radius $= 1$, PC die halbe Erdaxe $= n$, LC $= r$ ein Erdradius zum Orte L, LN die Vertikallinie, so ist der Winkel LNA $= p$ des Ortes Polhöhe, LCA $= p'$ dessen Breite (verbesserte Polhöhe), der Winkel CLN, welchen der Erdradius mit der Vertikallinie bildet, $= p - p'$. Aus der Theorie der Ellipse wird bekannter Maſsen gefunden $\text{tang}\, p' = n^2 . \text{tang}\, p$ oder, wenn $\frac{1 - n^2}{1 + n^2}$ gesetzet wird $= c$, $p - p' = \frac{c}{\sin 1''} . \sin 2p - \frac{c^2}{\sin 2''} . \sin 4p + \frac{c^3}{\sin 3''} . \sin 6p \ldots$; $r = \sqrt{\frac{\cos p}{\cos p' . \cos(p - p')}} = 1 - \frac{1}{2} n^2 (1 - n^2) . \sin^2 p$ sehr nahe. Im Hauptst. 6 ward LC $= r$ als eine unveränderliche Gröſse angenommen gleich CA, welches also unrichtig ist.

In die Formeln 1, 2 und 3 (Hauptst. 6 §. 28) für $\sin \mu$, $\cot(\nu + \delta)$ und $\cot \Delta$ führe man also die berichtigte Polhöhe p' statt p ein, so findet man den wahren Werth der Winkel LCQ $= \mu$, EbL $= \nu$ und bLP $= \Delta$ (Fig. 47). Aus Dreyeck CLR wird gefunden LR $= r . \sin \mu$, CR $= r . \cos \mu$, und aus Dreyeck CRγ, $\text{tang}\, C\gamma R = \text{tang}\, \varphi = \frac{CR . \sin \gamma CR}{\gamma C - CR . \cos \gamma CR} = \frac{r . \cos \mu . \sin \nu}{\sin \alpha + r . \cos \mu . \cos \nu}$, oder $\cot \varphi = \frac{\sin \alpha}{r . \cos \mu . \cos \nu} + \text{cotang}\, \nu$.

Ferner findet man aus Dreyeck CRγ, $\gamma R^2 = C\gamma^2 + CR^2 - 2C\gamma . CR . \cos\gamma CR = \sin^2\alpha + r^2 . \cos^2\mu + 2r \sin\alpha . \cos\mu . \cos\nu$; endlich $\gamma L^2 = \gamma R^2 + RL^2 = r^2 + \sin^2\alpha + 2r \sin\alpha . \cos\mu . \cos\nu = R^2$. Wenn solchergestalt der Magnetradius Lγ gefunden ist, wird die wahre magnetische Breite folgender Maſsen gefunden:

$$\sin L\gamma R = \frac{LR}{L\gamma} = \frac{r . \sin\mu}{R} = \cos L\gamma B = \cos u.$$

Endlich wird die elliptische Figur der Erde auch auf den Winkel η, welchen die Fläche des magnetischen Meridians im Orte L mit der Erdoberfläche bildet, folglich auf die Winkel v, f, g und I (Hauptst. 6 §. 28, Formel 8, 12, 13, 14) von Einflusse seyn. Eine vollständige Theorie der magnetischen Erscheinungen auf einer Sphäroide kann in dieser vorläufigen Untersuchung noch nicht vonnöthen seyn, da die Fehler, die aus den nicht vollkommen berichtigten Elementen entspringen, jene weit übersteigen.

Inzwischen wollen wir untersuchen, wie groſs wohl der Einfluſs dieser Abplattung der Erde auf die drey magnetischen Erscheinungen an denjenigen Stellen der Erde seyn möge, wo dieselbe am gröſsten ist, das ist an den Polen. Die halbe Erdaxe ward angenommen $= \frac{299}{300}$ des Radius des Aequators, also $n = \frac{299}{300}$; und aus den Elementen in §. 14 ward mit Zuziehung der obigen Formeln gefunden: die Neigung $\mathfrak{J} = 82° 2'$ im Meridiane 283° 58′ O. Ferro, die relative Kraft $PK = 1{,}9338$, die Anzahl der vertikalen Schwingungen in 10′ $N = 293{,}4$, die horizontale Kraft $Pk = 0{,}2680$, und die Anzahl der horizontalen Schwingungen in $10' = n = 109{,}2$. In §. 17 und 18 fand man, unter Voraussetzung, daſs die Erde eine vollkommene Kugel sey, im Nordpole die Neigung $\mathfrak{J} = 81° 19'$ im Meridiane 286° 12′ O. Ferro, $PK = 1{,}8512$, $N = 287{,}1$, $Pk = 0{,}2795$, $n = 111{,}6$. Man sieht also, daſs eine Abplattung von $\frac{1}{300}$ am Pole eine Veränderung von 0° 43′ in der Richtung der Neigungsnadel und von 2° 14′ in derjenigen der horizontalen Nadel verursacht, imgleichen von 6,3 vertikalen Schwingungen der Neigungsnadel, oder von 0,0826

in der magnetischen Kraft. Da sich die Dauerzeit der Schwingungen umgekehrt verhält wie die Anzahl der in gleichen Zeiten vollführten Schwingungen, so ist $287{,}1 : 293{,}4 = 600'' : 613'',2$, d. i. wofern die Erde kugelrund ist, wird die Neigungsnadel am Pole $613'',2 = 10'\ 13'',2$ brauchen, um 293,4 Schwingungen zu machen, welche sie, falls die Abplattung $= \frac{1}{300}$ ist, in $600''$ $= 10'$ vollführen wird. Ferner ist, wenn die Abplattung $= \frac{1}{300}$, die Zeit einer vertikalen Schwingung $= \frac{600''}{293{,}4} = 2'',0448$ und einer horizontalen Schwingung $= \frac{600}{109{,}2} = 5'',4926$; also die Zeit von 100 vertikalen Schwingungen $= 204'',48$ und von 100 horizontalen $= 549'',26$. Ohne Rücksicht auf die Abplattung wird die Zeit einer vertikalen Schwingung $= \frac{600}{287{,}1} = 2'',0897$ und einer horizontalen Schwingung $= 5'',3779$, also die Zeit von 100 vertikalen Schwingungen $= 208'',97$ und von 100 horizontalen $= 537'',79$. Eine Abplattung $= \frac{1}{300}$ würde also auf 100 vertikale Schwingungen eine Differenz von $4\frac{1}{2}$ Secunden und auf 100 horizontale von $11\frac{1}{2}$ Secunden verursachen.

Da sonach die Gestalt der Erde auf die magnetischen Erscheinungen Einfluſs hat, so müſste man umgekehrt durch Beobachtung der letzteren die erstere bestimmen können. Solches setzte aber eine vollständige Magnettheorie voraus, wie auch eine völlig genaue Bestimmung der Dimensionen, der Lage und der Kraftverhältnisse der Magnetaxen, was wohl schwerlich jemals zu erreichen wäre.

Zusatz. *Biot* und *Gay-Lussac* unternahmen den 24sten Aug. 1804 eine Luftschiffahrt, um die Intensität der magnetischen Kräfte der Erde in verschiedenen Höhen zu untersuchen. Eine Magnetnadel, welche an der Erde 5 Schwingungen in $55\frac{1}{4}$ Secunden machte, vollbrachte, wie man fand, in verschiedenen Höhen 5 Schwingungen in 55 Secunden, und endlich in der Höhe von 3977 Metres 10 Schwingungen in 70 Secunden; woraus sich also ergiebt, daſs die

magnetische Intensität in Höhen, welche nicht 4000 Metres übersteigen, als unveränderlich angesehen werden kann. Späterhin stieg *Gay-Lussac* allein den 16ten Sept. desselben Jahres zu der fast doppelten Höhe auf. Seine Magnetnadel machte in verschiedenen Höhen folgende Schwingungen:

In der Höhe 0 Metres		30 Schwing.	in	126″,5,	also	10	Schwing.	in	42″,17
4265	—	30	—	-	125 ,5	—	10	—	-	41 ,83
4512	—	30	—	-	127 ,5	—	10	—	-	42 ,50
4809	—	30	—	-	128 ,5	—	10	—	-	42 ,83
5175	—	30	—	-	126 ,5	—	10	—	-	42 ,17
5631	—	30	—	-	127 ,5	—	10	—	-	42 ,50
6884	—	20	—	-	83 ,5	—	10	—	-	41 ,75

Aus diesen Beobachtungen ist zu ersehen, daſs selbst in einer solchen beträchtlichen Höhe die Schwingungen der Nadel keine merkliche Abnahme der magnetischen Kraft angaben. Wird der Halbmesser des Aequators $= 6376162$ M. und die Abplattung der Erde $= \frac{1}{300}$ angenommen, so beträgt diese 21253,9 M.; am Pole würde eine solche Höhe über die Erdoberfläche, nach der Berechnung im obigen §., einen Unterschied von 11″,5 auf 100 horizontale Schwingungen, also von 1″,15 auf 10 Schwingungen hervorbringen. Nun verhält sich $21253{,}9 : 6884 = 1 : 0{,}3239$, d. i. ungefähr $= 1 : \frac{1}{3}$; kein Wunder also, daſs *Gay-Lussac* in einer Höhe von 6884 M. noch keinen Unterschied in den Schwingungen der Nadel fand, um so mehr, da die Schwierigkeit dieser Beobachtungen die nöthige Schärfe in der Bestimmung des Anfanges und Aufhörens der Schwingungen untersagt.

§. 21. In §. 16 ward gezeigt, welche Verbesserungen mit den letzteren Elementen vorzunehmen seyen, um eine gröſsere Uebereinstimmung zwischen Theorie und Erfahrung hervorzubringen. Wahrscheinlich wird man, gesetzt auch daſs diese eingeführt werden, dennoch die berechneten Neigungen etwas zu klein, und die westliche Abweichung auf Spitzbergen, am Nordcap und in Petersburg, wie auch die östliche Abweichung in Kamtschatka zu groſs, endlich die westliche Abweicung bey Grönland zu klein finden. LA (Fig. 51)

sey die Linie, in welcher die Nadel, blos von der stärkern Axe mit einer Kraft = MF getrieben, LB die Linie, in welcher die Nadel, blos von der schwächern Axe mit einer Kraft = $M'F'$ getrieben, in Ruhe seyn würde, LG die Richtung der aus diesen zween Seitenkräften zusammengesetzten mittleren Kraft. Führet man diese 3 Richtungen an den Horizont SDN und setzet DLN = D, FLN = D', DLA = I, BLF = I', ELN = 𝔇, so muſs, soll in Petersburg, auf Spitzbergen oder am Nordcap 𝔇 kleiner werden, entweder die Kraft MF kleiner, oder $M'F'$ gröſser angenommen werden. In Vogelsang (Spitzbergen) ward z. B. gefunden $D = 77° 20'$, $D' = -51° 15'$ (östlich), $I = 66° 39'\frac{1}{2}$, $I' = 71° 34'$, $F = 0{,}032687$, $F' = 0{,}038402$, also (wird M' angenommen = 1,0000, $M = 1{,}7724$) $MF = 0{,}057935$, woraus 𝔇 = 45° 40' berechnet wurde. Wird M' gröſser als 1,0000 oder M kleiner als 1,7724 gesetzt, so wird wohl 𝔇 kleiner, aber dadurch werden auch die Declinationen in Musketto Cove, auf Van Diemens Land u. s. w. zu klein und alle Neigungen nahe am Aequator unrichtig werden. Der Werth von F' ist es also, welcher zu klein ist; soll derselbe aber gröſser werden, so müssen die Magnetaxen gröſser als $\frac{1}{3}$ der Erdaxe angenommen werden, wodurch hinwiederum die berechneten Neigungen in der Nähe der Pole sich zu klein, und der Zuwachs der Intensität vom Aequator bis zu den Polen gröſser ausweisen wird, als nach *Humboldts* und *de Rossels* Beobachtungen. *Die Hypothese von zween lineären Magneten ist also unzulänglich, um den Erscheinungen zu genügen.* Auch hatte selbige an und für sich selbst keine Wahrscheinlichkeit und war blos zur Erleichterung des Calculs eingeführt.

So verdrieſslich auch die obige Entdeckung dem *Mathematiker* seyn mag, dem die einfachste Berechnungsweise die liebste ist, so willkommen muſs sie dem *Physiker* erscheinen, da sie dermaleinst einiges Licht über den inneren Bau der Erde zu werfen verspricht. Wäre die Gehalt dieser Magnetaxen bekannt, so könnte man mittelst der im 5ten Hauptstücke aufgestellten Theorie eine Formel für den Winkel ω suchen. Die einfachste und wahrscheinlichste Hypothese in dieser Hinsicht würde seyn, die Magnetaxen *cylindrisch* anzunehmen; der Durchschnitt dieser Cylinder lieſse sich willkührlich annehmen, und durch Berechnung der in §. 15 angeführten Beobachtungen würde man

leicht ausmitteln, ob man das richtige Verhältniſs zwischen der Länge und dem Durchschnitte gefunden hätte, oder nicht.

Daſs solche cylindrische Magneten die Erscheinungen besser werden darstellen können, läſst sich folgender Maſsen beweisen: 1) In Hauptst. 5, §. 53, Zusatz (S. 278) wurde gezeigt, daſs bey cylindrischen Magneten die Intensität vom Aequator nach den Polen langsamer wachse als bey lineären. Werden also die Erdmagneten als cylindrisch angenommen, so kann man sie etwas gröſser ansetzen als $\frac{1}{3}$ des Erddurchmessers (was die in der Nähe der Pole beobachteten Abweichungen zu erfordern scheinen), ohne daſs die berechnete Intensität nahe an den Polen zu groſs wird. 2) EbFa (Fig. 54) sey ein Durchschnitt der Erde, EF ein Durchmesser im magnetischen Aequator, der lineären Magnetaxe Mittelpunkt sey im Mittelpunkte der Erde in C. Denket man sich nun den Mittelpunkt des Magneten von C nach γ gerückt, so wird die magnetische Neigung im Punkte *I* zunehmen, denn die wahre magnetische Breite IγF ist gröſser als ICF. Auf die nämliche Weise ist es leicht darzuthun, daſs die Neigung im Quadranten Eb durch diese Veränderung abnehmen wird. EBFA (Fig. 56) sey ein Durchschnitt der Erde, *ba* sey ein cylindrischer Magnet; dieser läſst sich annehmen als aus einer unendlichen Menge lineärer Magneten bestehend; der halbe Cylinder *bmna* wird also im Meridiane BFA eine gröſsere, der halbe Cylinder *bopa* eine kleinere Neigung verursachen als der lineäre Magnet *ba* in der Axe des Cylinders. Da aber der Halbcylinder *bmna* näher ist, so wird seine Wirkung auf alle Punkte im Meridiane BFA gröſser seyn als die Wirkung des Halbcylinders *bopa*. Das Entgegengesetzte muſs im Meridiane BEA der Fall seyn. Die Neigung muſs also gröſser gefunden werden, nimmt man die Magnetaxen cylindrisch an, als wenn sie blos lineär angenommen werden. Da die berechneten Neigungen in §. 15 fast überall zu klein gefunden wurden, so scheint demnach diese Hypothese mit der Erfahrung übereinzustimmen.

§. 22. Es bleibt also noch übrig, für einen cylindrischen Magneten eine Formel für den Winkel ω und die magnetische Kraft zu suchen. Durch Einführung der Verbesserungen der in §. 16 angegebenen Elemente würde man dann der Wahrheit weit näher kommen. Zu etwas genauerer Bestimmung

der Excentricität und Lage der magnetischen Durchmesser (Haupst. 6, §. 5) oder des Winkels δ, welchen der erste Magnetmeridian mit der Polarcolure bildet (Hauptst. 6, §. 16, No. 7), wäre es höchst vonnöthen, eine Reihe Beobachtungen über die magnetische Kraft in der Nähe der Linie ohne Neigung zu besitzen, besonders im Indischen Meere von 60° bis 120° Länge, und im Südmeere von 220° bis 280° Länge östl. Ferro. Eben so wichtig als diese Beobachtungen hinsichtlich der Bestimmung der Excentricität der Axen seyn würden, wäre es in Ansehung der Bestimmung ihrer Gröſse oder des Werthes von Q, vollständige magnetische Beobachtungen in der Nähe der maghetischen Pole zu besitzen, also in der Hudsons- und Baffinsbucht, im nördlichen Sibirien, im Indischen Meere südlich von Neuholland, und im Südmeere südwestlich vom Feuerlande.

§. 23. Wenn man durch eine solche Berichtigung der Elemente es endlich so weit gebracht hätte, daſs diese den magnetischen Zustand der Erde am Schlusse des letztverflossenen Jahrhunderts vollkommen darstelleten, müſste man untersuchen, was für Veränderungen mit diesen Elementen vorzunehmen seyen, damit die Theorie den magnetischen Zustand der Erde in einer früheren Epoche, z. B. im Jahre 1600 oder 1700, darzustellen vermöchte. Man könnte versuchen, mittelst der im dritten Hauptstücke ausgemittelten jährlichen Bewegungen der vier Pole, die Lage der Axen zu reduciren. Wäre sonach die Lage der Axen für 2 oder 3 verschiedene Zeitpunkte bestimmt, so lieſsen sich hierdurch ihre wahren Bewegungsgesetze leicht ausfündig machen.

Aus den Elementen in §. 14 (S. 370), die für das Jahr 1775 gelten, ward mittelst der Formeln in Hauptst. 6, §. 16, Zusatz 2 (S. 318) für die stärkere Axe die Länge des Nordpunktes B gefunden = 304° 44′, ihr Abstand vom Nordpole = 51° 8′, die Länge des Südpunktes A = 134° 58′, dessen Abstand vom Südpole = 27° 2′; für die schwächere Axe die Länge des Nordpunktes b = 123° 8′, der Abstand vom Nordpole = 24° 59′, die Länge des Südpunktes a = 286° 10′, der Abstand vom Südpole = 32° 28′. Aus dem dritten Hauptstücke wurden für diese Punkte folgende Bewegungen in 175 Jahren gefunden: Punkt B = 36° 21′, A = 13° 39′, b = 73° 10′, a = 44° 48′; also wird für das Jahr 1600 die Länge von B = 304° 44′ — 36° 21′ = 268° 23′,

von A = 134° 58′ + 13° 39′ = 148° 37, von b = 123° 8′ — 73° 10′ = 49° 58′, von a = 286° 10′ + 44° 48′ = 330° 58′. Folglich wird für das Jahr 1600

für die stärkere Axe: b = 31° 8′, a = 27° 2′, γ = 268°23′—148°37′ = 119°46′,
für die schwächere Axe: b = 24 59, a = 32 28, γ = 49 48 — 330 58 = 78 50.
Hieraus findet sich nach Hauptst. 6, §. 16:

Axe.	α	ε	ζ	δ
AB	14° 14′	25° 44′	296° 21′	99° 24′
ab	21 56	19 23	108 39	75 21

Dadurch, dafs die Länge der Magnetaxen dem halben Erddurchmesser gleich angenommen ward, d. i. $Q = 2$, $M : M' = 1.7724 : 1$, und durch Berechnung des Winkels ω nach der Lambertschen Formel (Hauptst. 5, §. 19 I. S. 169) ward für *Paris* gefunden die Abweichung = 1° 4′ östl., die Neigung = 78° 29. Aber im Jahre 1600 war die Abweichung in Paris ungefähr 9° östl. und die Neigung etwas über 75° (siehe Tafel I., II. im Anhange). Entweder müssen also die im dritten Hauptstücke gefundenen Umdrehungs-Geschwindigkeiten der Magnetpole nicht völlig richtig seyn, oder die Bewegung der Pole geschieht nicht concentrisch um die Erdpole. Die grofsen Excentricitäten, die aus dieser Hypothese folgen würden, nämlich für die stärkere Axe α = 14° 14′, für die schwächere α = 21° 56′ kommen mir auch höchst unwahrscheinlich vor. Zwar könnte es ebenfalls einigem Zweifel unterworfen seyn, ob die Längen und absoluten Kräfte der Magnetaxen beständig sind oder sich von Zeit zu Zeit verändern, welches eine nähere Untersuchung leicht würde entscheiden können.

§. 24. Obgleich die Elemente, wornach die drey magnetischen Erscheinungen in der Tabelle §. 15 berechnet sind, noch bedeutender Verbesserungen bedürfen, so ergeben doch, meines Verhoffens, die Resultate zur Genüge, dafs *zwey* Magnetaxen angenommen werden müssen. Die in dieser Tabelle vorkommenden Orte erstrecken sich über die wichtigsten Punkte auf der gan-

zen Erdoberfläche sowohl in der Nähe der Pole als des Aequators, und nicht ist es wahrscheinlich, daſs der Unterschied zwischen den berechneten und beobachteten Abweichungen und Neigungen an irgend einem Orte der Erde die bereits in der Tabelle vorkommenden Differenzen übersteigen werde. *Euler* hat also Unrecht gehabt, daſs er gegen *Halleys* Behauptung vierer Magnetpole Einwendungen gemacht. Wir lassen deshalb noch zum Schlusse *Eulern* seine Einwürfe vorbringen, und wofern es sich ausweiset, daſs er mit dem magnetischen Zustande der Erde nur wenig bekannt gewesen, daſs demnach seine Gegengründe ganz unhaltbar sind, so hoffe ich, daſs *Halleys* Sache auf immer gewonnen ist.

In seinen *Recherches sur la declinaison de l'aiguille aimantée (Mem. de l'Academ. à Berlin, Ann.* 1757, *p.* 176) sagt *Euler:*

Si nous étions bien assurés, qu'il y eut effectivement quatre poles magnétiques dans la Terre, comme on le croit généralement sur l'autorité de M. Halley, je conviens, qu'une telle entreprise) seroit trop hardie du moins pour l'état présent de nos connoissances, puisque la force directrice, dont deux ou plusieurs aimants agissent à la fois sur une aiguille, nous est encore tout à fait inconnue: & il vaudroit sans doute mieux d'abandonner d'abord cette entreprice, que de la fonder sur des hypotheses arbitraires. Il y a aussi grande apparence, que quand même on connoitroit à fond l'action simultanée de deux aimants sur une aiguille, le dévelopement demanderoit des calculs trop compliqués. Mais, avant que nous renoncions tout à fait à cette recherche, il faudroit examiner plus soigneusement, si la raison, pourquoi M. Halley a établi quatre poles dans la Terre, est bien solide: car, en cas que la Terre n'eut que deux poles magnétiques, le problême se réduiroit à la pure Geomètrie. Or la principale & l'unique raison, que M. Halley apporte pour établir quatre poles magnétiques, se réduit à ce raisonnement: "Si la Terre n'avoit que deux poles magnétiques, sous chaque méridien la boussole devroit décliner par tout en même sens, ou vers l'est ou vers l'oüest. Mais on a observé que sous le méridien, qui passe par la baye de Hudson & les côtes du Bresil, la déclinaison*

*) Die Ausarbeitung einer Theorie der Abweichung.

étoit occidentale dans la baye de Hudson & orientale sur les côtes du Bresil, & même fort grande dans l'un & l'autre endroit. D'où il s'ensuit, que deux poles magnétiques ne sont pas suffisans pour expliquer les phénomenes de la déclinaison".

Pour examiner la force de ce raisonnement, je remarque d'abord, que, si les deux poles magnétiques étoient diamètralement opposés, il ne sauroit arriver, que sous un même méridien la déclinaison fut quelque part orientale, & dans un autre endroit occidentale. Mais, dès que les deux poles magnétiques ne sont plus diamètralement opposés l'un à l'autre, la premiere proposition perd toute sa force, & il peut alors fort bien arriver, que sous un même méridien la déclinaison soit quelque part orientale, & en d'autres endroits occidentale. Comme je prouverai cela indubitablement dans la suite, il me sera permis de regarder l'hypothese de quatre poles magnétiques comme fort douteuse; & avant qu'on ait très évidemment prouvé, que deux poles magnétiques ne sont pas suffisans pour expliquer les phénomenes de la declinaison magnétique, ce seroit contre les régles d'une bonne Physique si l'on vouloit recourir à quatre poles.

Wer auch nur die kurze Darstellung der Halleyschen Ideen in *Gehlers* physikalischem Wörterbuche (Artikel: Abweichung der Magnetnadel) durchlieset, wird ersehen, daſs der oben von *Eulern* angeführte Grund bey weitem nicht der einzige ist, auf welchen *Halley* seine Behauptung vierer Magnetpole stützt. Im Gegentheil zeigt *Halley*, daſs die *östliche Abweichung* an der Küste von Brasilien, die am Cap Frio = 12°, am Plataflusse = 20°½ ist, nachher abnehme, wenn man südwestwärts sich der Magellanstraſse nähert, dergestalt daſs sie am westlichen Einlaufe dieser Straſse nur = 14° und in Baldivia 8° ist. Hieraus schlieſst *Halley*, daſs sie sich wahrscheinlich nur wenige Grade von den Küsten Perus und Chilis in das Südmeer hinein erstrecke, wo dann wieder eine *westliche Abweichung* in den unbekanten Ländern zwischen Chili und Neuseeland anfangen müsse. Dieses bestätigt sich dadurch, daſs die *östliche Abweichung*, welche im südlichen Theile des Südmeeres östlich von den Molukken und dem Van Diemens Lande anfängt, schnell wieder abnimmt; denn auf der Insel Rotterdam ist sie schon merklich kleiner als auf der Küste von Neu-Guinea, woraus *Halley* schlieſst, daſs

in 225° Länge östl. London unter 20° S. Br. wieder eine *westliche Abweichung* anfange. Die Richtigkeit dieser Vermuthung *Halleys* läfst sich aus der Abweichungskarte für 1710 abnehmen, auf welcher man nach *Roger Woodens* Beobachtungen ein Minimum östlicher Abweichung im Meridiane 130 W. oder 230 O. London findet, wo die Abweichung beynahe = 0° gewesen ist. Wahrscheinlich hat hier in einer früheren Periode eine geringe westliche Abweichung Statt gefunden. Aus der ganzen Eulerschen Theorie, wie auch aus der der Abhandlung beygefügten Karte erhellet, dafs, wenn man nur Eine Magnetaxe annimmt, es blos zwey Linien geben könne, worin die Abweichung = 0° ist, und in jeder Halbkugel blos Ein Maximum östlicher und Eins westlicher Abweichung. *Halley* hat dagegen gezeigt, dafs sich in der südlichen Kugel zwey Maxima östlicher Abweichung, eins zwischen Neuholland und Neuseeland, und ein anderes nach der Ostküste von Südamerika hin fänden.

Im Meridiane 230° O. London oder 247°½ O. Ferro, wo die Abweichung vom Jahre 1600 bis auf unsere Zeit vom Aequator südwärts beynahe = 0° gewesen ist, hat *Eulers* Karte in 20° Breite 25° östliche Abweichung, welche weiter südwärts dermafsen zunimmt, dafs sie in 60° S. Breite über 90° ist. In der Nähe von Van Diemens Land, wo die Abweichung zu *Tasmans* Zeit = 0° war und wo sie gegenwärtig 5°-7° östlich ist, beträgt sie nach *Eulers* Hypothese ungefähr 50° W. An ersterer Stelle irret diese also um etwa 90°, an letzterer über 50°. *Euler* hat durch seine Theorie blos gesucht, die Halleysche und Mountaine-Dodsonsche Abweichungskarte darzustellen, welche beide blos das Abweichungssystem im Atlantischen und Indischen Meere für die Jahre 1700 und 1744 ausweisen. Die Abweichung im Südmeere und in Sibirien, also über mehr als ⅔ der Erdoberfläche, kannte er gar nicht, und schob also alle Fehler seiner Hypothese dorthin. Selbst diesen zween Karten war selbige nicht im Stande völlig zu genügen. Er drückt sich am angeführten Orte (S. 247) folgender Mafsen darüber aus:

Cependant je suis obligé d'avoüer, que la Carte de Halley renferme quelques circonstances, qu'on ne sauroit jamais mettre d'accord avec l'hypothese de deux poles magnétiques. La principale est la distance entre les lignes sans dé-

clinaison sur l'équateur: l'une, à la droite de laquelle la déclinaison est occidentale & à la gauche orientale, coupe sur la Carte de Halley *l'équateur au* 17*me degré vers l'Oüest du méridien de Londres, & l'autre, où la déclinaison de part & d'autre suit une loi opposée le coupe au* 119° *vers l'Est du méridien de Londres, de sorte que l'intervalle entre ces deux intersections est* 136°. *Or, selon le calcul que je viens de faire ici, cet intervalle se trouve de* 210°, *lequel en changeant les élémens pourroit bien devenir plus petit: mais on ne le sauroit diminuer au delà de* 180°, *tant qu'on suppose le pole méridional magnétique plus éloigné du pole antarctique que le pole boréal du pole arctique, & plus avancé vers l'Oüest comme les autres phénomenes l'éxigent évidemment. Et si l'on pouvoit bien compter sur les intersections, je dois avoüer qu'il faudroit abandonner cette hypothése de deux poles magnétiques.*

Examinons donc plus soigneusement sur quoi fonde M. Halley *la position de ces lignes sans déclinaison pour l'année* 1700. *Et d'abord j'observe, que M.* Halley *ne la donne pas lui-même pour fort exacte, tant faute d'un assez grand nombre d'observations, que principalement, puisque la plûpart des observations sur lesquelles cette Carte est dressée, ont été faites très longtems avant l'époque de* 1700. *Or l'on sait que la déclinaison au même endroit change très considérablement avec le tems, & il auroit falu connoitre exactement ce changement annuel pour chaque endroit, avant qu'on ait pu faire usage de ces observations. A' Paris par exemple la déclinaison fut nulle en* 1666, *& en* 1756 *l'aiguille déclinoit de* 17° 45′ *vers l'Oüest, d'où il s'ensuit que la ligne sans déclinaison, qui passoit en* 1666 *par Paris, s'est avancée dans cet intervalle de* 90 *ans environ par un espace de* 100° *vers l'Est, ce qui fait plus d'un degré par an. Or il paroit par les observations que M.* Halley *rapporte, qu'à l'Isle de Helena la déclinaison étoit* 0° 40′ *vers l'Est en* 1677; *& la Carte montre encore pour* 1700 *presque la même déclinaison. Ensuite, aux côtes découvertes par Diemen, c'étoit en* 1642, *que la déclinaison fut observée nulle, & la Carte dressée pour* 1700 *représente la ligne sans déclinaison à peu près encore au même endroit: quoique par le changement observé à Paris il semble, que cette ligne devroit être avancée dans cet intervalle vers l'Est par* 60°, *ce qui s'accorderoit fort bien avec l'intervalle de* 210°, *que mon calcul indique. De là je*

concluds que cet intervalle a été effectivement en 1700 beaucoup plus grand que la Carte Halleyenne ne le réprésente.

La Carte que Mrs. Mountaine & Dodson ont publiée pour l'année 1744 s'accorde beaucoup plus à cet égard avec ma Théorie, ledit intervalle y étant de 170°: mais elle renferme d'autres irrégularités, qui sont tout à fait incompatibles. Elle donne à la ligne sans déclinaison un tour si bizarre par les Indes orientales, qu'il ne sauroit être accordé avec aucune Théorie: & il semble que les Auteurs y ont voulu représenter à la fois des observations plus vieilles & plus modernes: d'ailleurs les erreurs auxquelles les observations sont assujetties, ne permettroient jamais de découvrir un tel tour bizarre, quand même il y en auroit un. Après cela, la route qu'ils donnent à cette ligne sans déclinaison, & qu'ils tirent par le Japon, est ouvertement fausse, puisqu'on sait par les observations faites en Sibérie que cette ligne y passe: d'où je conclud qu'elle auroit du être continuée depuis l'équateur, par la Chine, & de là par la Tartarie: & par cette raison les lignes qu'ils ont tirées dans la Mer pacifique, surtout dans sa partie septentrionale, doivent manquer de fondement.

Um seine Hypothese zu rechtfertigen, sucht *Euler* hier sowohl gegen *Halleys* Karte für das Jahr 1700 als diejenige des *Mountaine* und *Dodson* für 1744 Zweifel zu erheben. Inzwischen ist aus den Beobachtungen im Anhange die Richtigkeit der Linien ohne Abweichung in der Nähe von China sowohl im Jahre 1700 als 1744 leicht zu beweisen; woraus sich zugleich ergeben wird, daſs die Abweichung in China und im Meere zwischen China und Neuholland gerade vom Jahre 1600 bis 1800 sich kaum um 2 bis 3° verändert habe. Daſs uns der Gang dieser Linien etwas *bizarre* vorkommt, so daſs sie sich nicht durch die erste beste Theorie darstellen lassen, kann nichts zur Sache thun; und daſs es den *Regeln einer gesunden Physik* eben so sehr zuwider laufe, bewiesene Erfahrungssätze deswegen zu verwerfen, weil sie sich einer unbewiesenen Hypothese nicht fügen wollen, als eine zusammengesetzte Ursache anzunehmen, wo eine einfache hinreichend wäre, liegt am Tage.

In seinen *Corrections nécessaires pour la théorie de la déclinaison magnétique**) stellt *Euler* eine verbesserte Theorie der Abweichung und Neigung auf, und nach Entwickelung einer Menge Gleichungen, um den magnetischen Zustand der Erde im Jahre 1756 zu bestimmen, findet er, daſs diese gegenseitig mit einander streiten, und äussert sich desfalls folgender Maſsen (S. 263):

C'est sans doute un accident bien fâcheux pour la théorie que je viens de développer, & il semble qu'elle en seroit totalement renversée. Les partisans de feu Mr. Halley ne manqueront pas d'en tirer cette conséquence, que, pour expliquer les phénomenes de la déclinaison magnétique, il faut absolument avoir recours à quatre poles magnétiques. Mais les raisons alléguées ci-dessus me paroissent encore trop fortes, pour que je veuille entierement renoncer à cette idée; & il se présente d'abord une source très naturelle, qui nous pourra fournir une correction suffisante. Pour cet effet, je crois qu'on n'aura qu'à employer cette rectification, que le centre magnétique ne doit pas être pris au milieu de l'axe magnétique. J'avois introduit cette supposition uniquement pour la commodité du calcul; mais à présent je ne doute plus que ce centre ne soit considérablement éloigné du milieu de l'axe.

Zu diesem Geständnisse ist es, daſs jeder, welcher die Theorie des magnetischen Zustandes der Erde unter Voraussetzung Einer Magnetaxe bearbeiten will, sich endlich gedrungen sieht. *Churchman* schlieſst seine Untersuchung mit dem nämlichen, und *Biot* fängt ebenfalls an, das Daseyn einer zweyten Magnetaxe zu ahnen; ja ich möchte die Behauptung wagen, daſs jeder, welcher die magnetischen Erscheinungen der Erde aus Einer Magnetaxe ableiten zu können glaubt, des magnetischen Zustandes der Erde noch wenig oder gar nicht kundig sey. Der Ausweg, welchen *Euler* hier sucht, nämlich den Mittelpunkt der Kräfte verschieden vom Mittelpunkte der Magnetsehne anzunehmen, wird nicht zureichend seyn. Diese Verlegung des Mittelpunktes würde den meisten Einfluſs auf die Neigung haben, welche da-

*) Mémoires de Berlin pour 1766, Tom. XXII.

durch in beiden Halbkugeln verschieden werden würde, wovon aber die Neigungsbeobachtungen keine Spur zeigen. Wohl würden die Abweichungslinien dadurch einen etwas unregelmäſsigeren Gang bekommen, aber nie würde solches sie dahin bringen, daſs sie die geographischen Parallelkreise in 4 Punkten schnitten, welches doch, wie die Erfahrung lehrt, mit den Linien ohne Abweichung und den meisten andern Abweichungslinien der Fall ist.

Achtes Hauptstück.

Von den täglichen Bewegungen der Magnetnadel.

---

§. 1. Wer eigentlich zuerst entdeckt hat, daſs die Magtnetnadel *vom Nordstriche abweicht*, ist sehr ungewiſs. *Thevenot* versichert in seiner Reisebeschreibung (*Recueil des voyages*, *Paris* 1681), aus einem Briefe des *Peter Adsigerus* ersehen zu haben, daſs dessen Verfasser schon im Jahre 1269 eine Abweichung von 5° beobachtet habe. Andere schreiben dem berühmten *Columbus* auf seiner Entdeckungsreise 1492 diese Entdeckung zu. Hr. de *l'Isle* besaſs das Manuscript eines Piloten *Crignon* aus Dieppe vom Jahre 1534, das dem Admiral *Sebastian Chabot* zugeeignet war, und worin von der Abweichung der Magnetnadel geredet wird. *Lewin Hulsius (descriptio et usus viatorii et horologii solaris*, *Norib.* 1597) führt an, *Georg Hartmann* in Nürnberg habe im Jahre 1536 bey Verfertigung von Sonnenuhren die Abweichung 10¼ Grad gefunden. Endlich hat *Lemonnier* in *Mem. de l'Ac. de Sc.* 1771 eine Sonnenuhr in Kupfer stechen lassen, welche 1541 in Paris vom Künstler *Bellarmatus* verfertigt war; auf dieser ist die Abweichung der Magnetnadel = 7° O. angegeben. *Orontius Fineus* fand dieselbe 1550 ebendaselbst 8° O. Inzwischen liegt am Tage, daſs man vor der Mitte des 16ten Jahrhunderts noch nicht recht gewuſst hat, was von dieser Abweichung zu glauben sey, indem selbst gelehrte Männer, wie *Petrus Medinensis* und *Petrus Nonius (Nunez)* Einwendungen dagegen erhoben. Ersterer vermeinte, diese Abweichung sey blos aus den fehlerhaften Beobachtungen der Seeleute und aus ihrer Unkunde entsprungen, die Nadel auf die gehörige Weise zu magnetisiren*); letzterer behauptete, die Abweichung rühre einzig daher, daſs die Nadel mit der Zeit ihre Kraft verliere, oder daſs der Magnet, womit man sie gestrichen, nicht

*) Siehe Kirchers Ausdruck an der S. 15, 1 Hptst. angeführten Stelle und Musschenbroecks Dissertatio de Magnete, pag. 151.

die gehörige Stärke gehabt hätte*). Nach der Mitte des 16ten Jahrhunderts wurden sowohl in London als Paris mehrere Beobachtungen angestellt, welche alle nicht nur gegenseitig, sondern auch mit den ältern darin übereinstimmten, dafs sie eine Abweichung gegen Osten angaben; weswegen auch seit dieser Zeit aller Zweifel an der Richtigkeit der Sache weggefallen zu seyn scheint.

§. 2. Mit eben so wenig Zuverläfsigkeit ist meines Wissens bekannt, wer eigentlich die *jährliche Veränderung* der Abweichung entdeckte. *Petit* erzählt (*Philos. Trans.* 1667 *pag.* 527), dafs in Paris einige nach *Orontius Fineus* und *Castelfranc* die Abweichung zu 9 bis 10 Graden östlich, andere nach *Sennertus* und *Offucius* zu $11\frac{1}{4}$ Graden östlich rechneten. Er unternahm defshalb selber, die Abweichung in Paris zu untersuchen, und fand solche im Jahre 1630 = $4\frac{1}{2}$ Grad östlich. Hieraus erhellet, dafs, ungeachtet *Orontius Fineus* im Jahre 1550 die Abweichung = 8° östlich und *Sennertus* und *Offucius* im Jahre 1580 = $11\frac{1}{4}$ Grad, also einen Unterschied von $3\frac{1}{4}$ Graden fanden, man doch noch nicht die Idee gefafst hatte, dafs die Nadel von einem Jahre zum andern ihre Stellung veränderte, sondern man scheint vielmehr den obigen Unterschied für eine Folge von Beobachtungsfehlern angesehen zu haben.

In London fand *Burrows* im Jahre 1580 die Abweichung 11° 15′ östlich, und *Gunter* im Jahre 1622 = 5° $56'\frac{1}{2}$ östlich; endlich *Gellibrand* 1634 = 4° 6′ östlich. Bey Vergleichung seiner Beobachtung mit den beiden vorhergehenden schlofs *Gellibrand*, die Abweichung müsse veränderlich seyn, und man schreibt daher gewöhnlich ihm diese Entdeckung zu. Obgleich also die Franzosen schon früher, nämlich in den Jahren 1541, 1550, 1580 und 1603, in Paris vier verschiedene Abweichungen**), und ebenfalls *Gunter* in London eine andere Abweichung als *Burrows* gefunden, so scheint mir doch keinem derselben die Ehre besagter Entdeckung von Rechts wegen zugeschrieben

*) Diese Behauptung mufs vermuthlich in einem der folgenden beiden Werke des Nonius vorkommen: De erratis Orontii Finei, Liber unus, Conimbricae 1546; oder De arte atque ratione navigandi, Libri duo, Conimbricae 1546. Siehe von Zachs monatl. Correspondenz B. 3 S. 205.

**) Siehe Anhang, Erste Tafel S. 10-11.

werden zu können, da nur derjenige die Entdeckung macht, der die Idee richtig auffasset*) und auszusprechen weifs, d. h. der, was in der Erscheinung liegt, zu deuten versteht. In Frankreich nahm *Gassendi* diese jährliche Veränderung der Abweichung an und vertheidigte sie; aber *Kircher*, kommt mir vor, war nicht ganz einig mit sich selbst, ob er sie annehmen sollte oder nicht, obgleich sein Buch vom Magneten etwas später geschrieben ist.

§. 3. Man glaubte nunmehr, die Magnetnadel müsse eine gleichförmige Bewegung gen Westen haben, und bemühte sich, die Gröfse dieser jährlichen Bewegung auszumitteln. *Noel* glaubte, aus seinen Beobachtungen schliefsen zu können, sie sey = $9\frac{1}{2}$ Minuten; *Cassini* nahm sie = 11 bis 12 Minuten an; aus den Londonschen Beobachtungen schlossen andere 9 Minuten (*Musschenbroek Dissert. de Magnete pag.* 153-155)**); aber bald entdeckte man, dieses *Vorrücken sey nichts weniger als gleichförmig.* Inzwischen glaubte man, diese Bewegungen seyen so langsam, dafs die Nadel wenigstens binnen einigen wenigen Tagen für stillstehend angesehen werden könne. Auch dieses fand sich unrichtig; denn da Pater *Guy Tachart* im Jahre 1682 in der Stadt *Louvo* in *Siam* im Beyseyn des Königs die Abweichung beobachtete, fand er sie 0° 16′ westlich, am folgenden Tage 0° 31′, am dritten Tage 0° 35′, am vierten 0° 38′; und nach Verlauf einiger Tage fand er sie wieder an drey auf einander folgenden Tagen = 0° 28′, 0° 33′ und 0° 21′.

§. 4. Der berühmte Mechanikus *Graham* in London wiederholte mit bessern Instrumenten diese Beobachtungen im Jahre 1722, und fand, dafs die Nadel nicht nur *von Tage zu Tage, sondern sogar an einem und demselben Tage von Stunde zu Stunde ihre Stellung verändere und sonach in einer beständigen Bewegung sey.* Mit zween verschiedenen Nadeln, wovon die Eine

*) Aus demselben Grunde schreibt man mit Recht Herscheln die Entdeckung des Uranus zu, ob ihn gleich Flamstead fast hundert Jahre vorher beobachtet, aber für einen Fixstern gehalten hatte.

**) Welche wunderliche Vorstellungen man sich von dieser Bewegung machte, erhellet aus dieser Abhandlung S. 154 und 155, wo man aus der jährlichen Bewegung der Nadel auszumitteln sucht, wie viele Jahre verfliefsen möchten, bevor sie einen ganzen Kreis durchlaufen, d. h. sich Ein Mal umgedreht hat.

in einer kupfernen, die andere in einer hölzernen Kapsel eingeschlossen war, beobachtete er nämlich den 8ten März die Abweichung, wie folgt*):

Stundenzeit.	Abweichung.		Unterschied.
	Nadel A.	Nadel B.	
3 U. 0′ Nachm.	14° 30′ —	14° 25′ +	5′ —
3 15 —	14 20	14 20	0
4 0	14 15 +	14 10	5 +
4 15	14 20	14 15	5
5 0	14 25	14 20	5
5 30	14 25	14 20	5
5 45	14 15	14 10	5
5 57	14 0	14 0 —	0 +
6 8	14 0 —	13 55	5 —
6 15	13 50	13 40	10
6 38	14 20	14 15 +	5 —
6 48	14 0 +	14 0	0 +
6 54	14 0	14 0 —	0 +
7 5	14 5	14 0 +	5 —
7 15	14 10	14 5	5
12 0	14 0 +	14 0 +	0

Die Nadel B in der hölzernen Kapsel hat beynahe während des ganzen Versuches die Abweichung 5′ weniger als die Nadel A angegeben; übrigens haben diese Nadeln bis auf Weniges dieselben Bewegungen gehabt, so daſs man nicht umhin kann anzunehmen, daſs die Ursache dieser Bewegungen auſserhalb der Nadel gesucht werden müsse. Eine gröſsere Zahl dieser Grahamschen Beobachtungen findet sich am angeführten Orte; er berichtet, über tausend aufgezeichnet zu haben.

§. 5. Diese Entdeckung *Grahams* wurde von dem berühmten Professor *Andr. Celsius* in Upsala bestätigt und erweitert. In Sv. Vet. Acad. Handl. für das Jahr 1740 rückte er ein: *Bemerkungen über der Magnetnadel stündliche Veränderungen in ihrer Abweichung*, welche wir hier anführen.

*) Philos. Trans. No. 383, Year 1724, pag. 96.

"Es ist bekannt, daſs sich die Abweichung der Magnetnadel hier in Europa jährlich so langsam verändert, daſs sie z. B. in Paris und London kaum auf Eine Minute des Monats oder zwey Secunden des Tages steiget, weshalb man vermeinet hat, die Abweichung könne von einem Tage zum andern für unveränderlich angesehen werden. Aber dennoch hat Pater *Tachart* im Jahre 1682, als er dem König in Siam die Abweichung der Magnetnadel zeigen sollte, meines Wissens zuerst gefunden, daſs die Magnetnadel eine tägliche Veränderung erleide, die weit gröſser ist, als diese langsame Bewegung erforderte. Späterhin hat der berühmte Mechaniker und Uhrmacher in London Hr. *Graham* mit vielem Fleiſse bemerkt, daſs die Nadel nicht allein täglich, sondern sogar von einer Stunde zur andern ihre Abweichung verändert. Und da ich gemerkt habe, daſs einige Naturkundige, insonderheit Hr. Assessor *Svedenborg* in seinem phisosophischen Werke vom Magneten, diese Sätze in Zweifel ziehen und behaupten, daſs sie sich auf Fehlern und Nachläſsigkeit unter den Beobachtungen gründen, so habe ich es der Mühe werth gefunden, diese Versuche hier in Schweden von neuem zu wiederholen. Zu dem Ende habe ich bey dem Instrumentenmacher *Sisson* in London unter Herrn *Grahams* Aufsicht einen genauen Compaſs bestellt, den ich nebst der Genauigkeit, die ich bey diesen Beobachtungen angewandt habe, genauer beschreiben werde, damit männiglich im Stande seyn möchte ihre Richtigkeit zu beurtheilen."

Nach Beschreibung seines Instrumentes und seiner Beobachtungsweise fügt er hinzu: "Ich bin somit überzeugt, daſs die beobachtete Bewegung der Nadel eine wirkliche Eigenschaft des Magneten ist. Ich habe deſsfalls schon eine Menge Beobachtungen gemacht, will aber jetzt blos zur Probe folgende für zwey Tage anführen, nämlich

1740 April 30, Uhr	8	Vormit.	wies	die Nadel	auf	29′
	9	—	—	—	—	24
	10	—	—	—	—	25
	11	—	—	—	—	35
	12	—	—	—	—	47
	2	Nachm.	—	—	—	50

1740 April 30,	Uhr 3 Nachm. wies die Nadel auf	51′
	4½ — — — —	50
	5 — — — —	49
	6 — — — —	47
	6½ — — — —	47
	10½ — — — —	43
May 1,	Uhr 8 Vormit. — — —	36
	10¼ — — — —	38
	11 — — — —	39
	12½ Nachm. — — —	43
	9 — — — —	42

Hieraus ist deutlich zu ersehen, wie die Magnetnadel ihre Stelle von einer Stunde zur andern, bisweilen sogar um 10′ und binnen sechs Stunden bis auf 27′ verändert; nächstdem, daſs sie von einem Tage zum andern zur nämlichen Zeit nicht an derselben Stelle steht, sondern bis 7′ differirt. Ich habe noch nicht gemerkt, daſs Kälte, Wärme, die ungleiche Schwere der Luft, Wind u. s. w. mit dieser Veränderung in einigem Bezuge stehen; doch wird es mir ein Vergnügen seyn ferner damit fortzufahren, und ein ander Mal der Akademie mitzutheilen, *ob ich in dieser Bewegung irgend eine gewisse Regel finden konnte.*" Obgleich diese Beobachtungen von zwey Tagen ein Schema der stündlichen Bewegungen der Magnetnadel enthalten, so sieht man doch, daſs *Celsius* noch nicht gewagt hat die deutlich ins Auge fallende Regel auszusprechen, bis er durch mehrere Beobachtungen sich von ihrer Allgemeinheit genauer überzeugt hätte, *nämlich daſs die Nadel Vormittags von* 8 *oder* 9 *Uhr an bis* 1-2 *Uhr Nachmittags gen Westen und hierauf bis Abends um* 8-9 *Uhr gen Osten wandert.*

§. 6. *Celsius* setzte seine Beobachtungen bis in die Mitte des Jahres 1740 fort, worauf er zu Anfange des nächstfolgenden Jahres dem Observator Herrn *Olav Peter Hiorter*, der eines bequemeren Locales und einer weniger beschränkten Zeit wegen im Stande war die Beobachtungen weniger unterbrochen fortzusetzen, den Compaſs einhändigte; bis endlich *Celsius* bey seiner Beziehung des neuen Observatoriums selbst wieder vom 21sten März 1743

bis zum Schlusse des Jahres sich denselben unterzog, aber durch seinen das Jahr darauf erfolgten Tod an der Bekanntmachung der sich ihm ergebenden Resultate verhindert wurde*). Davon findet sich Nachricht in folgender Abhandlung: *Von der Magnetnadel verschiedenen Bewegungen, die vom verstorbenen Professor Herrn Andr. Celsius beobachtet und hernach weiter observirt, wie auch jetzt herausgegeben worden sind von Olav Peter Hiorter* (Sv. Vet. Ac. Handl. 1747, S. 27). "Aus Vet. Acad. Handl. für das Jahr 1740 (S. 296-299), sagt *Hiorter*, ist zu ersehen, wie der sel. Hr. Professor aus England einen grofsen und genauen Compafs herkommen liefs, um damit zu beobachten, wie es sich mit der Bewegung verhalte, welche befundener Mafsen die Magnetnadel *ohne eine gewisse und bis dahin bekannte Ordnung* hatte. Von solchen Observationen hat man des Professors Journal vom 29 Apr. bis 9 Juny desselben Jahres, wovon die den 30 Apr. und 1 May angestellten in obgedachter Abhandlung S. 299 als eine Probe der stündlichen Veränderung der Abweichung eingeführt sind, welche späterhin tagtäglich in denselben Stunden, obgleich in geringerer Minutenzahl und Gröfse, als da beobachtet wurde, bemerkter Mafsen geschah."

Den 19 Jan. 1741, fährt *Hiorter* fort, nachdem ihm der Compafs übergeben worden war, fing er die Beobachtungen an und setzte sie ohne Versäumnifs eines Tages oder einer Stunde bis zum 13 Aug. fort, da sie durch eine Reise nach Stokholm unterbrochen wurden. Nach der Rückkehr wurden sie

*) In Celsii Nekrolog, Sv. Vet. Ac. Handl. 1746, S. 136, findet sich folgende Stelle: "Als er sich in den Jahren 1734 und 1735 in Paris aufhielt, beschäftigte grade die bekannte Frage von der Figur der Erde ganz vorzüglich die Akademie. Drey ihrer Mitglieder wurden auch sofort nach Amerika abgeschickt, um allda unter dem Aequator selbst die Länge Eines Grades zu messen, welche, verglichen mit einer zuvor in Frankreich gemessenen, ausweisen sollte, ob die Erde entweder abgeplattet oder länglicht rund wäre. Celsius zeigte damals, dafs eine zweckdienliche Messung vielmehr unter dem Polarkreise vorgenommen werden müsse. Sein Vorschlag ward in Ueberlegung genommen, gebilligt, und er selbst ersucht vier Mitglieder der Akademie zu begleiten, um die Messung zu vollführen...... weshalb ihm auch nach Beseitigung der Arbeit vom Könige von Frankreich eine jährliche Belohnung von 1000 Livres zugetheilt wurde." Dafs dieser Vorschlag zunächst von Celsius herrührte, habe ich noch nirgends bemerkt gefunden.

wieder vom 15 Sept. bis 24 Dec. und ferner vom 5 bis 19 Jan. fortgesetzt; "so dafs ich (sagt *Hiorter*) in weniger als einem Jahre, oder in 46 Wochen, 6638 *) gröfstentheils beschwerliche (nämlich mit einem stark convexen Glase, bey Lichterschein, in einem kalten Zimmer zur Winterszeit) an der Magnetnadel vorgenommene Beobachtungen hatte".

Eine andere Wegreise unterbrach die Beobachtungen, bis Prof. *Celsius*, bey seiner Beziehung des Observatoriums, vom 21 März 1743 bis zum Schlusse des Jahres, so weit ihm die Freiheit von Akademischen Verrichtungen solches gestattete, die vorigen Beobachtungen um mehr denn 1500 vermehrte. Nach des Professors Tode wurde die Fortsetzung der Beobachtungen bis zum Octbr. 1746 gehindert, seit welcher Zeit *Hiorter* etwa 1680 Beobachtungen aufzeichnete. Die hieraus gezogenen Resultate wollen wir mit *Hiorters* eigenen Worten anführen.

"Was aus dem sonach mehr denn 10000 Beobachtungen über die Bewegungen der Magnetnadel zu schliefsen gewesen, ist folgendes:

1) Dafs die Magnetnadel eine tägliche Wanderung von Osten nach Westen und wieder rückwärts habe. Dieselbe hatte bereits der sel. Hr. Professor wahr genommen, als er mir die Nadel zustellte, mit der Bemerkung, *dafs sie* des Morgens etwa um 8 Uhr am östlichsten und um 2 Uhr Nachmittags am westlichsten, imgleichen des Abends und in der Nacht in denselben Stunden nur mit geringerer Veränderung eben so wie des Tages sey. Dies hat sich in der Folge alle 24 Stunden beständig und meist regelmäfsig auf dieselbe Weise verhalten, mit einer Veränderung von 5 Minuten, einige Tage etwas mehr andere wieder weniger, doch stufenweise und selten in einem Sprunge vom Gröfsten zum Kleinsten um die obgenannten Stunden, wenn nichts Besonderes dazwischen gekommen ist, was die Nadel in ihrer regelmäfsigen Wanderung gestört hätte, wovon in der dritten Anmerkung die Rede seyn wird.

2) Dafs sich diese Bewegungen nicht jeden Tag um denselben Punkt des Gradbogens gehalten, sondern sich den einen Monat mehr gen Ost und zu

*) Hiorter mufs folglich nach einer Mittelzahl über 20 Beobachtungen täglich gemacht haben; woraus sich auf seinen Fleis und Eifer für diese Entdeckung schliefsen läfst.

einer andern Zeit des Jahres mehr gen West verlegt haben, an welchen neuen Stellen die täglichen Veränderungen eben so durchgängig ihre Richtigkeit gehabt haben. Mitten im Februar (1741) begab sich die Nadel 8′ bis 10′ weiter gen West und hierauf bis mitten im März 10′ weiter gen Ost, als da sie den 19 Jan. zuerst von mir beobachtet wurde. Den übrigen Theil des März, den ganzen April und May bis zum 12 Juny hielt sie sich ziemlich einerley, so daſs sie bis zu diesem Tage in ihren täglichen Schwingungen blos 5′ bis 6′ östlicher war; aber nachher schritt sie so schnell gen Ost, daſs sie den 22sten desselben Monats 50′ weiter nach derselben Gegend gerückt war, als zehn Tage vorher, also einen ganzen Grad östlicher als den 19 Jan., da der Compaſs aufgestellt wurde. In dieser Stellung setzte die Nadel ihre täglichen Wanderungen (ungefähr 5′) bis zum 9 July fort, da sie sich des Morgens, wie man fand, ½ Grad weiter zurück nach West begeben hatte, als des Abends zuvor. An diesem Punkte des Bogens hielt sich die Nadel bis zum Schlusse des Septembers, worauf sie sich nach und nach im folgenden October einige Minuten westlicher zog, wo sie den übrigen Theil des Jahres gerade bis zum 19 Jan. des folgenden Jahres (1742) täglich ihre Bewegung hatte, so daſs sie an diesem Tage ungefähr 15 Minuten weiter östlich stand, als das Jahr zuvor, aber im März ganz und gar auf die Minuten zurückgekehrt war, welche sie das nächstvorige Jahr zeigte. Das Gebäude, in welchem diese Beobachtungen gemacht wurden, war freilich aus schwachem Zimmerholze, aber seit 30 Jahren aufgeführt und bewohnt; der Tisch, auf welchem der Compaſs ruhte, bestand nebst seinem Fuſse aus festem und trockenen Holze; nicht die geringste Veränderung wurde damit gemacht; auch kam kein Eisen näher an die Magnetnadel oder weiter von derselben, wodurch sie aus ihrer gewohnten Stelle hätte gebracht werden können; und doch stand sie, wie gesagt, fast die ganze Zeit einen halben Grad von dem Punkte, auf welchen sie zuerst zeigte. Aus den Beobachtungen des sel. Herrn Professors, die in der Folge an einem festeren Orte gemacht wurden, finde ich keine so groſse Veränderung in der Stellung der Magnetnadel zu verschiedenen Jahreszeiten, höchstens von 8 bis 10 Minuten. Zu Anfang Mays und mitten im Juny 1743 war sie so viele Minuten weiter gen West als den 21 März geschritten, aber zu Ende

Augusts und den ganzen übrigen Theil des Jahres hielt sie sich 5 bis 10 Minuten östlicher als den ebengenannten März. Die Beobachtungen endlich, welche ich im verwichenen Herbste (1746) nebst gegenwärtigem Jan. (1747) vorgenommen habe, zeigen, daſs sie sich seit dem 28 Oct. immer mehr und mehr nach Westen bewegt hat, so daſs sie den 25 Novbr. in ihrer täglichen Schwingung 20 Minuten westlicher war als zuvor, wo sie in der Folge ohne sonderliche Rückung stehen geblieben ist, während die tägliche Wanderung von 3, 4, 5 bis 6 Minuten Gröſse sich beständig um dieselbe Zeit wie vorher gehalten hat. Hieraus ersieht man, daſs man noch nicht hinlängliche Beobachtungen hat, woraus sich schlieſsen läſst, in welcher Ordnung diese monatlichen Veränderungen geschehen; und daſs an einem festen und dazu tauglichen Orte einige Jahre zur Ausmittelung einer so schönen und nützlichen Sache angewendet werden müssen.

3) Hat man noch eine Bewegung bey der Magnetnadel gefunden, die eines jeden Verwunderung und Aufmerksamkeit verdient. Wer hätte sich wohl vorstellen können, daſs die Nordlichter mit dem Magneten einige Gemeinschaft und Verbindung hätten, und daſs eben diese Nordlichter, wenn sie über unsern Scheitelpunkt weg südwärts oder ungleich nach der östlichen und westlichen Gegend des Horizontes hin steigen, eine beträchtliche Verwirrung von ganzen Graden binnen wenigen Minuten an der Magnetnadel verursachen sollten? Das erste Mal, daſs ich ein Nordlicht im Süden sah und zugleich eine gröſsere Wanderung der Magnetnadel wahrnahm, war den 1 März 1741 des Abends, nachdem ich zwar zu verschiedenen Malen eine Unordnung der Nadel bemerkt, aber überzogenen Himmels halben kein Nordlicht gewahr worden war. Als ich hierauf dem sel. Professor dieses meldete, sagte er, wohl hätte er auch eine solche Verwirrung der Magnetnadel unter denselben Umständen bemerkt, aber nicht damit laut seyn wollen, um zu sehen (dies war sein Ausdruck), ob ich auf dieselbe Speculation fallen möchte. Einige Mal in der Folge wurde zwar die Nadel wieder verwirrt, aber bey trübem und bewölkten Himmel; bis den 26 März nach 12 Uhr in der Nacht eine groſse Veränderung mit der Nadel erfolgte und ein starkes Nordlicht über den ganzen Himmel im Süden gesehen wurde; wornach der Hr. Professor mit mir sich

von dieser Sache mehr zu vergewissern anfing. Solches wurde nachgehends immer (etwa einige 40 Mal), insonderheit den folgenden 5 April beobachtet, da die Nadel um 2 Uhr Nachmittags sich zu verwirren und von ihrer gewöhnlichen Stelle nach Westen zu rücken begann, so daſs sie um 5 Uhr $1\frac{2}{3}$ Grad westlicher war, als Vormittags um 10 Uhr. Um 5 Uhr 18 Min. war sie zwar 20′ zurück nach Osten gegangen, aber nach 6 Minuten ging sie wieder 18′ nach Westen. Nach dieser Zeit und bis $8\frac{1}{2}$ Uhr den nächsten Morgen war die Magnetnadel auf dem Rückwege nach der vorigen Stelle begriffen, wo sie sich in ihrer täglichen Wanderung damals hielt.

Das Merkwürdigste bey dieser Bewegung der Magnetnadel war folgendes. Der sel. Hr. Professor hatte einige Wochen zuvor Herrn *Graham* in London brieflich ersucht, auch mit seiner Nadel in jenen Tagen Beobachtungen anzustellen, damit, falls sich einige Störung des Magneten bey uns ereignen möchte, man sofort inne würde, ob sie sich auch an mehreren so weit von einander entlegenen Orten zutrage, und daſs sie alsdann keiner besonderen Beschaffenheit des Zimmers und dem darin befindlichen Eisen zugeschrieben werden könnte. Was geschah? Gerade eben dieselbe unordentliche Bewegung hatte die Magnetnadel zur nämlichen Zeit in London, wie hier in Upsala, und zwar eine so groſse, wie Hr. *Graham* nach seinem von dieser Beobachtung gegebenen Berichte nur je erfahren hatte*). Des Nordlichtes gedenkt

*) London, April 16, 1741.

I began to observe the Needle upon April 3, 1741 but did not write down the Observations, till the Sunday the 5:th and did not observe the Needle till after 12 a Clock at noon that day. The alterations that day were greater, than I have ever met with before. Tho' no alteration of any thing in the Room could occasion it. It was a fine day. I was alone all the time, and observed the Needle with all the care possible, sometimes in 2 or 3 minutes of time a sunder, when I perceived the Needle changing. Whether the cause of this change proceeds from the place, where the Needle was placed, or from any other, I know not; the only thing, in which I am certain, is, that there was no change of position of any thing in the Room, that could cause it, being alone all the day (I mean Sunday the 5:th) when the greatest alteration happened. The observations upon the other days were made with the same care, but they are much less, and more regular &c.

er nicht, ohne Zweifel weil er nicht bedacht gewesen war nach solch einer Erscheinung zu sehen. Vielleicht auch, daſs, da die gröſste Bewegung der Nadel des Tages war, und das Nordlicht bey uns nicht eher gesehen werden konnte, als bis die Luft um 9¼ Uhr dunkler geworden war, da blos ein mattes und zerstreutes Nordlicht noch im Süden zurück stand, das vermuthlich vorher stärker gewesen war; vielleicht, sage ich, daſs diese Ueberbleibsel des Nordlichtes in London als an einem weiter südlich gelegenen Orte, weniger sichtbar gewesen sind, als hier im Norden, und deswegen nicht haben können bemerkt werden.

Zur Vermeidung aller Weitläuftigkeit will ich hier blos die Tage herzählen, da diese Erscheinungen, nämlich die gröſseren Bewegungen der Magnetnadel und die Nordlichter am südlichen Himmel in einem kurzen Zeitraume beobachtet worden sind, nebst der Gröſse der Störungen selbst, stärker und schwächer nach der Beschaffenheit des Nordlichtes.

1741	März	1	—	0°	24′	1741	Decbr.	10	—	0°	40′
	März	26	—	0	52½	1742	Januar	5	—	0	52
	April	5	—	1	40	1743	März	8	—	0	45
	July	12	—	0	15		März	28	—	2	2
	July	29	—	0	10		April	1	—	0	19
	July	30	—	1	12		April	2	—	0	17
	August	2	—	0	7½		May	3	—	0	20
	August	9	—	0	34		Aug.	15	—	0	28
	Septb.	21	—	1	36		Septb.	20	—	0	9
	Septb.	27	—	0	22		Septb.	27	—	0	53½
	Septb.	28	—	3	40		Octbr.	14	—	0	14
	Septb.	29	—	0	52	1746	Septb.	12	—	0	18
	Octbr.	4	—	0	18		Octbr.	4	—	0	26
	Octbr.	8	—	0	40½		Octbr.	7	—	0	27
	Octbr.	24	—	0	38		Octbr.	8	—	0	14
	Octbr.	31	—	0	23		Octbr.	9	—	0	23
	Novbr.	1	—	0	26		Octbr.	14	—	0	21
	Novbr.	20	—	0	48		Octbr.	15	—	0	40

1746	Octbr. 20	—	4°	10′*		1746	Decbr. 23	—	0°	25′
	Novbr. 5	—	0	35			Decbr. 24	—	0	15
	Novbr. 6	—	0	45			Decbr. 29	—	0	20
	Decbr. 5	—	0	25½		1747	Januar 2	—	0	10
	Decbr. 16	—	0	14			Januar 7	—	0	12

Alle Umstände dieser Bewegungen der Magnetnadel hier einzutragen, wäre zu weitläuftig; nur zur Probe will ich die grofse Bewegung anführen, die neulich verwichenen 20 October (1746) sich des Morgens ereignete.

Den 19 October Abends hielt sich die Magnetnadel bey					15°	17′
Den 20 —	5 Uhr 15′	Morgens	zeigte sie		14	30
	5 - 26	—	—		14	2½
	5 - 34	—	—		14	25
	5 - 38	—	—		16	5
	5 - 41½	—	—		14	45
	5 - 45½	—	—		14	26
	5 - 48½	—	—		16	23
	5 - 52	—	—		12	15 NB.
	5 - 54	—	—		14	0
	5 - 55½	—	—		15	0
	5 - 59½	—	—		16	25
	6 - 2½	—	—		15	56
	6 - 4½	—	—		16	19
	6 - 7½	—	—		15	42
	6 - 11	—	—		15	50
	6 - 21½	—	—		15	21
	6 - 43	—	—		15	16

Wie damals die Luft beschaffen gewesen, zeigt zum Theil das meteorologische Observations-Journal mit diesen Worten:

Den 20 October zwischen 5 und 6 Uhr des Morgens wurde ein sehr starkes Nordlicht gesehen, welches damals über den ganzen Himmel, aber besonders im Süden entsetzlich roth war in gesonderten Büscheln, mit Weifs gemischt; bisweilen, wie um 5½ Uhr, ward nichts davon im Norden gesehen,

aber bald darnach stieg es neu aus dem Norden herauf, ging nach Süden zu dem vorigen (oder dem beständig im Süden schwebenden); um 6 Uhr liefs sich nichts mehr bemerken. Das Tageslicht und der Mondschein verhinderten mehr davon zu sehen. Da ich ganz allein war und auf ein Mal nach vier Dingen zu sehen hatte, nämlich der Magnetnadel, der Wanduhr, der Aufzeichnung der Observationen und den Veränderungen des Nordlichtes, so konnte ich nicht aller Wege beobachten, was bey des Nordlichtes mannigfaltigen Umwandelungen ein Anderer ungehindert hätte bemerken können. Diejenigen, welche an diesem Morgen zufällig Zuschauer dieses ungewöhnlichen Luftzeichens waren, können nebst mir dessen Merkwürdigkeit bezeugen, vermöge deren ich eine so grofse Bewegung der Magnetnadel verspürte, wie mir nie zuvor vorgekommen ist."

Diesen Beobachtungen fügt *Hiorter*, aufser andern, noch folgende Bemerkungen und Vermuthungen hinzu: 1) "dafs alle, welche die Abweichung der Magnetnadel für einen gewissen einzelnen Ort genau zu erhalten wünschen, anderer Vorsichtsregeln zu geschweigen, nicht allein versichert seyn müssen, dafs die Nadel, während sie beobachten, ungestöret vom Nordlichte sey, sondern auch eine solche Jahreszeit und Tagesstunde zu wählen haben, wenn die Nadel von ihrem gewöhnlichen Mittelstande am wenigsten abweicht: 2) dafs ein solcher Mittelstand der Magnetnadel, von welchem sie in ihren täglichen und monatlichen Bewegungen nach beiden Seiten hin abschweifet, noch nicht bekannt ist und folglich durch mehrjährige Beobachtungen gehörig ausgemittelt werden mufs: 3) dafs die Nordlichter wahrscheinlich entweder aus einem magnetischen Stoffe oder einem solchen bestehen, der, wenn er sich im Norden hält (wenn gleich mit den hellesten Bögen und Strahlenschüssen gerade über dem Pol gegen den Zenith) und gleich stark am östlichen und westlichen Horizonte ist, mit seiner regelmäfsigen Abweichung nach Westen von etwa 9°, ungefähr so grofs wie die Abweichung der Nadel hier (in Upsala) gefunden wird, alsdann die Nadel unmerklich beunruhiget, zum Zeichen, dafs das Nordlicht und die Richtung der Magnetnadel nunmehr übereinstimmen; dafs aber, wenn die Nordlichter über den Scheitelpunkt südwärts hinausragen, oder auch entweder am östlichen oder westlichen Horizonte

heller und gedrungener werden, dann der Nadel jene Störung beygebracht wird, gröfser oder kleiner je nachdem der Nordlichtstoff sich daselbst mehr oder weniger gesammelt zu haben scheint: 4) dafs die Nordlichter sicherlich die höchsten Erscheinungen unsers Luftkreises, ja so hoch und ausgedehnt sind, dafs sie auf ein Mal hier zu Lande und in England, in Upsala und London in einer Entfernung von mehr denn 130 Schwedischen Meilen die Magnetnadeln beunruhigen können: 5) dafs man an der Magnetnadel ersehen kann, wenn es ein Nordlicht entweder am hellen Tage oder in Wolkennächten (so oft es uns ganz unsichtbar ist) am Himmel giebt; und dafs man umgekehrt aus der Stellung des Nordlichtes gen Süden sicher abnehmen kann, die Magnetnadel sey von ihrem gewöhnlichen Stande mehr oder weniger verrücket: 6) dafs die Nordlichter zum Theil die Ursache der gröfseren monatlichen Abschweifungen der Magnetnadel seyn können, welche beobachtet worden sind; da man wahrgenommen hat, dafs die Nadel nach gewissen Nordlichtern nicht so bald wie zu andern Zeiten wieder nach den Punkten zurückgekehrt ist, wo sie kurz zuvor schwebte, weswegen es sehr schwierig, wo nicht unthunlich wird, diese sogenannten monatlichen Magnetenbewegungen unter eine Regel und gewisse Ordnung zu fügen."

"Schliefslich, setzt *Hiorter* hinzu, gestehe ich auch gern, dafs dieselbe Entdeckung einzig und allein dem sel. Herrn Professor *Celsius* als demjenigen zugeschrieben werden mufs, der aus eigenen Mitteln viele Unkosten an diejenigen Instrumente verwandt, womit erwähnte Bewegungen des Magneten entdeckt worden sind, selbige gröfsten Theils selbst bemerkt und mich in den Stand gesetzt hat, die Beobachtungen fortzusetzen und nun kürzlich ans Licht zu bringen, da sie sonst mit ihm wären begraben worden."

§. 7. Einige Jahre später wurden diese Entdeckungen des *Celsius* und *Hiorter* von dem berühmten *Wargentin* in Stockholm*) bestätigt. Er liefs eine Magnetnadel von derselben Gestalt wie die vorerwähnte des *Celsius* bey *Ekström* verfertigen, und fing mit derselben im Februar 1749 seine Beobachtun-

*) Siehe Observationen an der Magnetnadel, gemacht von Pehr Wargentin. Sv. Vet. Acad. Handl. 1750. S. 52.

gen an; da aber die Beschaffenheit des Locales nicht so war, daſs er gehörig lange der unveränderten Stellung des Compasses hätte gewiſs seyn können, so muſste er die Untersuchung der monatlichen und jährlichen Bewegungen der Nadel fahren lassen.

"Da ich jedoch, sagt *Wargentin*, oft viele Tage hinter einander die Nadel einiger Maſsen gesichert und dann ihre täglichen Bewegungen hatte merken können, überdies auch bey einigen in diesen verwichenen Monaten eingetroffenen Nordlichtern gar bedeutende Sprünge der Nadel gewahr geworden war, so will ich davon eine kurze Nachricht ertheilen, um so mehr, da es noch manchen geben dürfte, der diese wundersame Gemeinschaft zwischen der Magnetnadel und dem Nordlichte für unglaublich hielte, so lange niemand anders als die ersten Erfinder solche wahrgenommen. Wohl möglich auch, daſs auswärts in den südlichen Theilen Europas, wo Nordlichter seltener sind, sich weniger Gelegenheit darbieten möchte, diese Entdeckung zu bestätigen, weshalb es uns um so mehr obliegt, sie auſser allen Zweifel zu setzen."

"Als die Nadel den 6 Februar des Morgens aufgestellt wurde, kam sie auf dem siebenten Grad im Westen zu stehen*), in welche Stellung ich sie auch ungefähr zurückbrachte, wenn sie verrücket wurde. In den acht folgenden Tagen und in der Folge so oft kein Nordlicht in der Luft war, *habe* ich die Nadel sehr ruhig und stille gefunden, nur täglich ihre gewöhnlichen kleinen Schläge vor und rückwärts dermaſsen thuend, daſs sie des Morgens etwa um 8 Uhr am weitesten östlich war, und sich hierauf langsam westwärts bewegte, bis sie gegen 2 oder 3 Uhr des Nachmittags 10, 15 und bisweilen 20 Minuten westlicher war als des Morgens. Hierauf hat sie angefangen, bis 9 Uhr des Abends zurück nach Osten zu gehen, da sie es doch selten erreicht hat so weit nach Osten zu rücken als des Morgens. Nach 9 Uhr des Abends hat sie gröſsten Theils die ganze Nacht stille zu stehen geschienen. Ich bin oft geflissentlich weit über Mitternacht auf gewesen, habe sie aber nie über ein paar Minuten westlicher gefunden als um 9 Uhr den Abend vorher. Den

*) Wargentin bemerkt, daſs dies nicht die rechte Abweichung in Stockholm ist, daſs es aber nichts zur Sache thut, da seine Absicht blos war die täglichen Bewegungen auszumitteln.

nächsten Morgen hat sie sich doch wieder ostwärts gezogen, und damit bis 7 oder 8 Uhr fortgefahren, da sie ungefähr auf derselben Stelle wie den vorigen Morgen gestanden hat. Demnach kann ich noch nicht mit völliger Gewiſsheit sagen, daſs diese Nadel mehr als Einen Schlag binnen 24 Stunden vor und rückwärts thut; wenigstens bin ich versichert, daſs, wenn sie Nachts eine kleine Wendung macht, dieselbe nicht über 2 oder 3 Minuten ist, und kürzere Zeit dauert als die gröſsere des Tages. Doch da Herr *Hiorter* mittelst einer längeren und gleichförmigeren Kette von Beobachtungen gefunden hat, daſs seine Nadel in 24 Stunden 2 ordentliche Schläge vor und rückwärts gethan hat, darf ich solches gar nicht in Zweifel ziehen, zumal da er auch gemerkt hat, daſs die Bewegung der Nadel des Tages schneller ist als in der Nacht."

"Dagegen ist mir das Glück um so günstiger gewesen, indem mir mittelst neuer Untersuchungen die Bestätigung der bereits gefundenen Gemeinschaft zwischen der Magnetnadel und dem Nordlichte ward."

"Als ich den 15 Februar um $10\frac{1}{2}$ Uhr des Abends nach Hause gehen wollte, ward ich gewahr, wie schön das Nordlicht im Zenith und im Süden spielte, weswegen ich meine Heimkehr beschleunigte, und hier traf ich nun die Nadel in Arbeit und Bewegung, so daſs sie binnen 10 Minuten zuerst 20′ westwärts, aber gleich in andern 10 Minuten 37′ zurück nach Osten ging. Nachher hielt sie eine ganze Stunde an, sich wieder nach ihrer ersten Stelle zu ziehen, auf welcher sie sich zur nämlichen Zeit in den vorigen Nächten aufzuhalten pflegte, nämlich auf 7° 2′. Mittlerweile war auch das Nordlicht gröſstentheils verloschen."

"Am folgenden Tage den 16ten setzte ich die Beobachtungen fort, und da die Nacht darauf ein herrliches Nordlicht eintraf und die Nadel von demselben gar gewaltig beunruhigt wurde, so will ich einen Auszug der in diesen 24 Stunden aufgezeichneten Abweichungen einschalten."

Zeit.	Stand der Nadel.	Zeit.	Stand der Nadel.
8 U. 0 M. Vorm.	7° 0′	4 U. 0 M. Nachm.	7° 11′
10 - 0 - —	7 4	8 - 0 - —	7 2
12 - 0 - —	7 10	9 - 0 - —	6 50
2 - 0 - Nachm.	7 15	10 - 0 - —	6 8

Zeit.	Stand der Nadel.	Zeit.	Stand der Nadel.
10 U. 5 M. Nachm.	5° 51′	11 U. 22 M. Nachm.	6° 26′
10 - 8 - —	5 47	11 - 26 - —	6 42
10 - 15 - —	5 29	11 - 37 - —	5 25
10 - 30 - —	6 0	11 - 45 - —	5 0
10 - 46 - —	7 26	11 - 58 - —	4 55
10 - 56 - —	7 1	12 - 0 - —	5 0
11 - 0 - —	6 46	12 - 15 - —	6 30
11 - 6 - —	6 25	12 - 27 - —	6 22
11 - 10 - —	5 51.	12 - 35 - —	6 55
11 - 19 - —	6 45	12 - 45 - —	7 14

"Aus Furcht durch ferneres starres Hinblicken auf die feinen Minutenstriche durch ein Vergröſserungsglas bey Lichterscheine den Augen zu schaden, hörte ich auf, ob ich gleich versichert bin, daſs, da das Nordlicht bis um 5 Uhr des Morgens anhielt, die Nadel nicht eher zur Ruhe gekommen ist."

"Auch war das Nordlicht dieser Nacht eins der prächtigsten, so ich jemals sah. Es ging wie groſse Säulen von Südsüdwest gen Nordnordost und wieder zurück mit einer heftigen Bewegung nach beiden Seiten durch den Zenith, wo es gleichsam strahlende Flammen über den gröſsten Theil des Himmels verbreitete. Bisweilen verlosch es, brach aber alsbald wieder in neue Flammen aus, so daſs ich oft nicht wuſste, was am anziehendsten wäre, die Betrachtung des Himmels oder der Nadel. Doch waren mir die Erscheinungen der Nadel neuer. Sie ruhete während des ganzen Auftrittes kaum einen Augenblick; vielmehr konnte ich, ob ich gleich so leise auftrat, daſs dadurch nicht die geringste Erschütterung verursacht werden konnte, ich auch gar kein Eisen an mir hatte, augenscheinlich sehen, wie sie zitterte und sich bewegte."

"Am folgenden Morgen um 6 U. 50 M. stand die Nadel auf 6° 55′, wo sie sich auch die nächsten Tage sehr unreizbar verhielt und auch eines schwachen Nordlichtes nicht achtete, das sich Abends den 26 Febr. im Norden zeigte; zugleich waren die täglichen Bewegungen ungewöhnlich klein, binnen einigen 24 Stunden nicht über 8′."

"Aber den 28. Febr. Nachmittags um 4 Uhr war wider alles Erwarten

die Nadel in einigen Minuten ½ Grad westwärts gesprungen. Ich meldete sogleich Herrn *Ekström*, daſs uns auf die Nacht ein Nordlicht bevorstände; was auch wirklich geschah. Denn, sobald es dunkel geworden, wurden wir eins gewahr, welches bis weit in die Nacht hinein anhielt und fast eben so stark war wie das vorige, nur mit dem Unterschiede, daſs es sich mehr im Westen aufhielt. Die Nadel vollführte an diesem Abend auſser vielen kleineren Vor- und Rückwärts-Schwingungen, ihre gröſste Abschweifung zwischen 6° 50′ und 9° 1′."

"Auſser daſs sie den 1 März den ganzen Tag etwas unruhig war, nahm ich diesen ganzen Monat über keine ungewöhnliche Bewegung bey der Nadel wahr, es müſste denn seyn, daſs die täglichen Bewegungen bisweilen einige Minuten gröſser oder kleiner waren. So zeigte sich auch im ganzen Monat weiter kein Nordlicht, als ein überaus schwaches Abends den 6 März."

"Den 2 April Nachmittags um 4 Uhr begann wieder neue Unruhe zu werden, die ohne Aufhören in zwey ganzen Tagen, nämlich bis zum 4 April um 6 Uhr Abends dauerte. Auch war in diesen beiden Nächten das Nordlicht sehr stark, ingleichen über den ganzen Himmel, doch meist in der südlichen Gegend verbreitet. Hätte der starke Mondschein dessen Glanz nicht verdunkelt, so wäre es eins der schönsten gewesen. Folgendes sind die vornehmsten aufgezeichneten Stände der Nadel:"

	Zeit.		Stand d. Nadel.			Zeit.		Stand d. Nadel.	
Apr. 2	2 U. 40 M.	Nachm.	7°	7′	Apr. 3	7 U. 0 M.	Vorm.	7°	5′
	3 - 40 -	—	7	3		10 - 15 -	—	6	48
	4 - 20 -	—	7	10		10 - 49 -	—	7	15
	5 - 22 -	—	7	21		12 - 0 -	—	7	0
	10 - 38 -	—	5	35		3 - 30 -	Nachm.	7	25
	11 - 54 -	—	6	27		4 - 43 -	—	8	55
	12 - 5 -	—	4	56 *		4 - 49 -	—	9	55 *
	12 - 18 -	—	6	34		5 - 4 -	—	8	7
	12 - 21 -	—	6	18		5 - 11 -	—	8	38
	12 - 28 -	—	6	37		5 - 27 -	—	8	10
	12 - 45 -	—	6	22		5 - 37 -	—	8	57

Zeit.				Stand d. Nadel.		Zeit.				Stand d. Nadel.	
Apr. 3	6 U.	9 M.	Nachm.	7°	55′	Apr. 4	8 U.	5 M.	Vorm.	5°	54′
	7 -	8 -	—	7	22		9 -	50 -	—	7	22
	10 -	25 -	—	7	10		10 -	17 -	—	7	0
	10 -	45 -	—	8	29		2 -	19 -	Nachm.	7	19
	10 -	54 -	—	7	1		2 -	46 -	—	6	29
	11 -	10 -	—	7	52		4 -	50 -	—	7	16
Apr. 4	7 -	14 -	Vorm.	6	29		6 -	52 -	—	7	2

"Sonach sieht man, daſs die Nadel in weniger als 24 Stunden ihre Stellung um 5° veränderte. Hätten Augen und Kräfte es aushalten können und die Zeit erlaubt, beständig Acht auf die Nadel zu geben, wäre ich wohl noch gröſsere Veränderungen gewahr worden. Den letzten Abend nach eintretender Dunkelheit zeigte sich nicht die geringste Spur eines Nordlichtes; vermuthlich hatte solches etwa um 6 Uhr des Abends, während es noch Tag war, aufgehört, indem die Nadel nach dieser Zeit völlig ihrer Freyheit überlassen war."

"Es erhellet demnach aus den angeführten Beobachtungen, daſs, sey es nun daſs das Nordlicht diese wundersamen Bewegungen der Magnetnadel verursacht, oder daſs irgend eine andere noch unbekannte Ursache vorhanden ist, welche beides das Nordlicht und die Bewegungen der Nadel bewirkt, ohne Zweifel eine genaue Verbindung zwischen ihnen herrscht."

§. 8. *Canton* überzeugte sich ebenfalls von der Richtigkeit dieser täglichen Bewegungen der Nadel*). Er hatte seine Beobachtungen seit dem Ende des Jahres 1756 in einem Zeitraume von 603 Tagen fortgesetzt und die tägliche Bewegung in 574 Tagen regelmäſsig gefunden; die unregelmäſsigen waren beynahe allemal mit Nordlicht begleitet. Durch Versuche bewies er, daſs die anziehende Kraft des Magneten durch Wärme geschwächt werde; und aus diesem Satze erklärte er die tägliche Bewegung der Nadel. Wenn nämlich die magnetischen Theile der Erde auf der Ostseite Vormittags von der Sonne eher erwärmt werden, als die auf der Westseite, so ist es klar, daſs

*) Philos. Transact., Vol. LI., P. I., pag. 398.

sich die Nadel mehr westwärts bewegen muſs; wenn die Wärme der anziehenden Theile auf jeder Seite gleich stark zunimmt, so muſs die Nadel still stehen, und die Abweichung ein Gröſstes seyn; wenn die westlichen Theile schneller erwärmt werden, oder langsamer abkühlen, als die östlichen, so muſs die westliche Abweichung der Nadel wieder kleiner werden, und ein Kleinstes seyn, wenn die Theile auf beiden Seiten gleich geschwind abkühlen. Auch muſs nach dieser Theorie die tägliche Veränderung im Sommer gröſser als im Winter seyn; sie ist auch nach seinen Beobachtungen in der That im *Junius und Julius fast doppelt so groſs als im December und Januar.* Er fand nämlich die tägliche Bewegung im Mittel für jeden Monat wie folgt: Jan. 7′ 8″, Febr. 8′ 58″, März 11′ 17″, April 12′ 26″, May 15′ 0″, Juni 13′ 21″, Juli 13′ 14″, Aug. 12′ 19″, Sept. 11′ 45″, Oct. 10′ 36″, Nov. 8′ 9″, Dec. 6′ 58″.

§. 9. Professor *Wilcke* bemerkt in seiner Abhandlung *von den jährlichen und täglichen Bewegungen der Magnetnadel in Stockholm* (Sv. Vet. Ac. Hdl. 1777, S. 273-300), daſs, wiewohl die täglichen Bewegungen der Nadel von obgedachten Beobachtern in eine solche Ordnung gebracht waren, daſs nur wenig anderes als die Richtigkeit ihrer bedeutenden Entdeckungen beobachtet werden kann, so muſs solches dennoch nicht hindern, daſs man nicht überall fortfährt, fleiſsig Beobachtungen darüber anzustellen, um zu entdecken: ob die merkwürdigen Bewegungen der Nadel sich allzeit und aller Orten auf dieselbe Weise verhalten? ob ihre regelmäſsigen Tagbewegungen überall an dieselbe Zeit und Stunden gebunden sind? ob ihre Gröſse überall einerley ist? ob das Nordlicht an andern Orten eben so groſsen Einfluſs auf die Nadel hat wie in Schweden? — Er lieſs deshalb im Jahre 1765 einen Compaſs verfertigen (dessen Einrichtung sich gedachten Ortes S. 278 beschrieben findet), war aber nicht so glücklich recht geraume Zeit ungestört damit Beobachtungen fortsetzen zu können, auſser vom October 1771 bis zum May 1774, da es ihm so gut ward das Instrument an einem Ecktische in einem unbenutzten Saale befestigt zu haben, in welchem so wenig wie innerhalb und auſserhalb des Hauses diese ganze Zeit über eine Veränderung vorgenommen, auch kein Eisen von der Stelle gerückt wurde. Eiserne Beschläge an Thüren und Fenstern waren unvermeidlich und wirkten vermuthlich beständig, obwohl in weiterem

Abstande und in derselben Richtung, auf die Nadel. Da es blos die Frage von den täglichen Bewegungen der Nadel galt, wurde das Instrument so befestigt, daſs die Nadel in den erstern Tagen um den Nulpunkt mitten auf dem Gradbogen schwebte, worauf ihre Stellung durch ein Vergröſserungsglas, welches ohne Schwierigkeit ihren Stand bis auf die Minute zu bemerken gestattete, von Stunde zu Stunde beides Tag und Nacht, so oft und so lange es möglich war, beobachtet und in einem Journal aufgezeichnet wurde. Aus diesem wurden die erheblichsten Resultate in folgender Tabelle also zusammengezogen:

1) Nachdem die gröſste und geringste Abweichung (Elongation) der Nadel für alle 24 Stunden in eine besondere Tabelle eingetragen war, wurde hieraus sowohl die ganze *Gröſse der täglichen Veränderung*, als auch das *Mittel* derselben oder derjenige Punkt gesucht, um welchen die Nadel in diesen 24 Stunden schwebte, und dabey wurde zugleich für jeden Tag bemerkt, ob die Bewegung der Nadel ordentlich oder unordentlich, von gewöhnlicher oder ungewöhnlicher Gröſse, ob an dem Tage ein Nordlicht sichtbar oder sonst etwas Merkwürdiges vorgefallen war.

2) Nachdem in dieser Tabelle alle unregelmäſsigen und ungewöhnlichen Tage ausgelassen worden, wurde aus den übrigen ein Mittel sowohl für den *Stand* der Nadel oder denjenigen Punkt gesucht, um welchen sie sich hielt, wie auch für die *Gröſse ihrer täglichen regelmäſsigen Bewegungen* für den Monat.

3) Alle übrigen zuvor ausgeschlossenen Tage, die etwas ungewöhnliches an sich hatten, sey es nun, daſs Nordlichter gesehen wurden, wobey sich die Nadel mehr oder weniger bewegte, oder daſs ihre regelmäſsige Bewegung ungewöhnlich groſs oder auch kleiner war, als sie in Betracht des Monats oder der Nordlichter seyn sollte, wurden gesondert zugleich mit der Gröſse und Beschaffenheit der Bewegung aufgezeichnet. *AB* deutet an, daſs ein Nordlicht in diesen 24 Stunden beobachtet worden ist; *Or* bezeichnet ungemein groſse, aber in Hinsicht der Zeit meist regelmäſsige Veränderungen; der Strich (—) zeigt die Tage an, da die Nadel unruhig war, aber entweder überzogenen oder allzu hellen und heitern Himmels und anderer Umstände halben keine Nordlichter gesehen worden sind.

Digitized by Google

	Monat	Tag	Unord. Bewegung		
1771	October	11	0°	17′	Or
		18	0	27	—
		19	0	20	Or
		20	0	17	Or
		21	0	10	—
		31	0	33	AB
	Mittlerer Stand der Nadel		0	0	
	tägl. regelm. Beweg.		0	6	
	November	1	0	53	AB
		2	0	16	—
		3	0	47	—
		4	0	21	Or
		5	0	10	—
		12	0	27	—
		13	0	33	AB
		14	0	16	AB
		25	0	14	—
		28	0	18	Or
	Mittl. Stand		0	8	
	tägl. regelm. Bew.		0	4	
	December	5	0	28	AB
		6	0	14	Or
		11	0	19	AB
	Mittl. Stand		0	3½	
	tägl. regelm. Bew.		0	5	
1772	Januar	18	0	16	Or
		19	0	45	—
		20	0	11	—
		31	0	19	—
	Mittl. Stand		0	4	
	tägl. regelm. Bew.		0	5	

	Monat	Tag	Unord. Bewegung		
1772	Februar	9	0°	23′	AB
	Mittl. Stand		0	4	
	tägl. regelm. Bew.		0	5	
	März	5	0	14	AB
	Mittl. Stand		0	5	
	tägl. regelm. Bew.		0	5	
	April	3	0	28	AB
		12	0	19	Or
		28	0	52	Or
		30	1	2	AB
	Mittl. Stand		0	6½	
	tägl. regelm. Bew.		0	6½	
	May	9	0	15	—
		11	0	14	Or
		25	1	7	AB
		26	0	15	Or
		27	0	13	Or
		31	0	16	—
	Mittl. Stand		0	8½	
	tägl. regelm. Bew.		0	7	
	Juni	9	0	20	Or
		19	0	14	Or
		20	0	23	—
		21	3	0	—
		29	0	54	—
	Mittl. Stand		0	8	
	tägl. regelm. Bew.		0	8	
	July	6	0	23	—
		7	0	27	—
		8	1	57	—
		9	0	45	—

	Monat	Tag	Unord.	Bewegung	
1772	July	10	1°	25′	—
		18	0	18	*Or*
		25	0	48	*AB*
		30	1	45	*AB*
		31	0	40	*AB*
	Mittl. Stand		0	9½	
	tägl. regelm. Bew.		0	9	
	August	28	0	22	*AB*
		31	1	7	*AB*
	Mittl. Stand		0	10	
	tägl. regelm. Bew.		0	8	
	Septbr.	4	0	5	*AB*
		20	0	33	*AB*
		26	0	8	*AB*
		27	0	6	*AB*
	Mittl. Stand		0	12	
	tägl. regelm. Bew.		0	7	
	October	1	0	34	*AB*
		2	1	5	*AB*
		16	0	27	*Or*
		18	0	20	*AB*
		19	0	15	—
		23	0	12	*Or*
		27	2	12	*AB*
		28	0	14	*Or*
		31	0	20	—
	Mittl. Stand		0	26	
	tägl. regelm. Bew.		0	7	
	Novbr.	4	0	14	*Or*
		14	0	14	*Or*
		15	0	11	—
1772	Novbr.	25	0°	45′	*AB*
	Mittl. Stand		0	28½	
	tägl. regelm. Bew.		0	5	
	Decbr.	8	0	45	—
		14	0	31	*AB*
		23	0	11	*Or*
		24	0	22	*AB*
		25	0	37	*AB*
		26	0	15	—
		27	0	15	—
	Mittl. Stand		0	28	
	tägl. regelm. Bew.		0	5	
1773	Januar	7	0	28	—
		15	0	10	—
		16	1	18	*AB*
		17	1	31	*AB*
		18	1	36	*AB*
		19	2	25	*AB*
		20	0	13	—
		29	0	15	—
	Mittl. Stand		0	29	
	tägl. regelm. Bew.		0	3	
	Februar	1	1	4	*AB*
		6	0	10	—
		7	0	10	—
		9	0	24	*AB*
		10	0	17	—
		11	0	14	—
		12	0	15	—
		16	0	31	—
		17	0	22	—

Monat	Tag	Unord.	Bewegung	
1773 Februar	27	0°	42′	—
	28	0	29	—
Mittl. Stand		0	30	
tägl. regelm. Bew.		0	7	
März	1	0	16	—
	2	0	17	*AB*
	8	0	23	—
	9	0	20	—
	10	0	16	—
	12	0	17	*AB*
	13	0	15	—
	15	1	20	*AB*
	21	0	13	*AB*
	22	0	15	—
	23	0	29	*AB*
	26	2	8	*AB*
	27	0	22	—
Mittl. Stand		0	31	
tägl. regelm. Bew.		0	6	
April	4	0	22	—
	18	0	24	—
	20	0	14	—
	27	0	20	*AB*
	30	0	20	—
Mittl. Stand		0	33½	
tägl. regelm. Bew.		0	8	
May	15	0	18	*AB*
	19	0	19	—
	21	0	14	—
	22	0	20	*Or*
	25	0	16	*Or*

Monat	Tag	Unord.	Bewegung	
1773 May	29	0°	18′	—
Mittl. Stand		0	34	
tägl. regelm. Bew.		0	10	
Juny	5	0	16	—
	6	0	28	—
	7	0	55	—
	8	0	24	—
	10	0	46	—
	13	1	52	—
	14	0	45	—
	15	0	20	—
	24	0	15	—
Mittl. Stand		0	35	
tägl. regelm. Bew.		0	12	
July	17	0	18	—
	18	0	26	—
	25	0	53	—
Mittl. Stand		0	37	
tägl. regelm. Bew.		0	10½	
August	1	0	9	—
	15	0	16	*AB*
	16	0	17	*AB*
	22	0	10	*AB*
	25	0	31	*AB*
	26	0	25	—
	27	0	10	—
	30	0	17	*Or*
Mittl. Stand		0	37	
tägl. regelm. Bew.		0	10½	
Septbr.	8	0	14	—
	11	0	17	*AB*

	Monat	Tag	Unord. Bewegung		
1773	Septbr.	12	0°	15′	*AB*
		15	0	14	—
		20	0	22	—
		22	0	25	*AB*
		23	0	11	—
		24	0	18	—
		25	0	15	*AB*
		27	1	50	—
		Mittl. Stand	0	36 ½	
		tägl. regelm. Bew.	0	8 ¼	
	October	6	0	18	—
		10	0	21	—
		12	0	14	—
		16	0	4	*AB*
		18	0	13	—
		19	0	15	*AB*
		20	0	0	*AB*
		27	0	44	*AB*
		28	0	15	*AB*
		29	0	10	—
		Mittl. Stand	0	36	
		tägl. regelm. Bew.	0	6 ¼	
	Novbr.	1	0	14	—
		4	0	55	*AB*
		5	0	29	*AB*
		16	0	25	—
		17	0	15	—
		Mittl. Stand	0	36	
		tägl. regelm. Bew.	0	6	
	Decbr.	3	0	48	*AB*
		14	0	27	—
1773	Decbr.	15	0°	23′	—
		24	0	56	*AB*
		25	0	9	—
		29	0	10	—
		31	0	33	—
		Mittl. Stand	0	35	
		tägl. regelm. Bew.	0	4 ¼	
1774	Januar	10	0	15	—
		11	0	10	*AB*
		24	0	13	—
		26	0	13	—
		27	1	37	*AB*
		28	0	10	*Or*
		Mittl. Stand	0	36	
		tägl. regelm. Bew.	0	4 ½	
	Februar	4	0	11	—
		5	0	19	*AB*
		6	0	10	*AB*
		17	0	10	*Or*
		24	0	44	—
		Mittl. Stand	0	36	
		tägl. regelm. Bew.	0	6	
	März	1	0	50	—
		2	0	28	—
		5	1	28	*AB*
		7	0	24	—
		13	0	8	—
		14	1	33	*AB*
		15	0	19	*Or*
		17	0	20	*Or*
		18	0	22	—

	Monat	Tag	Unord. Bewegung	
1774	März	19	0° 11′	Or
		20	0 19	AB
		21	0 13	AB
		22	0 37	—
		25	0 5	AB
		27	0 30	AB
		28	0 31	—
		29	0 20	Or
		30	0 23	AB
		31	0 27	AB
	Mittl. Stand		0 37	
	tägl. regelm. Bew.		0 6¼	
	April	1	0 11	AB
		3	0 12	AB
		4	0 12	Or
		5	0 23	AB
		13	0 11	AB
1774	April	18	0° 16′	Or
		19	0 13	Or
		20	0 16	—
		21	0 13	AB
		23	1 12	—
		24	0 10	—
	Mittl. Stand		0 40	
	tägl. regelm. Bew.		0 8	
	May	1	0 11	—
		2	0 12	Or
		5	0 9	AB
		7	0 14	AB
		9	0 7	AB
		17	0 12	Or
	Mittl. Stand		0 39	
	tägl. regelm. Bew.		0 8½ *).	

"Hierbey muſs noch bemerkt werden (sagt *Wilcke*), daſs, da es einem Einzelnen unmöglich ist, so gleichmaſsig und beständig, als es vonnothen ist, die Nadel beides Tag und Nacht in Augenschein zu haben, während dieser Zeit wohl manches sich ereignet haben mag, was mir entgangen ist. Mehr Nordlichter können von Andern eine kurze Zeit gesehen worden seyn; auch kann die Nadel bisweilen, wenn ich den Rücken wandte, an solchen Tagen, die ich für ordentliche ansah, mehr und gröſsere Schwingungen gemacht haben, als ich bemerkt habe; denn ihre Sprünge sind oftmals ganz schnell und unvermuthet. Inzwischen ist das Obige hinreichend, um hieraus in Vergleichung und Verbindung mit demjenigen, was ich die übrigen Jahre beobachtet habe, einige allgemeine Bemerkungen über das wunderbare Verhalten der

*) An den meisten in obenstehender Tafel angeführten Tagen sind auch in Petersburg von Joh. Alb. Euler Nordlichter beobachtet worden.

Nadel in Betreff *a*) ihres jährlichen Rückens nach Westen, *b*) ihrer täglichen regelmäſsigen Schwingungen und *c*) ihrer von aller Regel abweichenden unordentlichen Sprünge und Bewegungen abzuleiten."

a) *Die jährliche Verrückung der Nadel oder die Veränderung der Abweichung* ist die ersten 11 Monate vom October 1771 bis zum September 1772 sehr gleichmäſsig bis etwa 1 Minute des Monats gewesen. Aber im darauf folgenden October 1772 hat sie einen Sprung von 14 Minuten westwärts bis zur 26sten Minute gemacht. Wäre diese Verrückung auf ein Mal und schnell geschehen, so hätte man irgend eine Verschiebung des Instruments argwöhnen mögen. Aber die Veränderung erfolgte langsam den ganzen Monat hindurch. Am letzten September spielte noch die Nadel um 13½; aber nach dem Nordlichte den 1 und 2 October ward sie schon den 3 October bey 20 Minuten, den 13 Octbr. bey 25 Min., vom 14 bis 21 Octbr. bey 30 Minuten gefunden; den 24sten kehrte sie wieder auf 26 Min. zurück, rückte aber nach dem Nordlichte den 27 Octbr. nach 33 Min. vor, wovon sie sich doch gegen Monatsschluſs zurückbegab, um den ganzen folgenden November zwischen 27 und 30 Min. zu bleiben. Ob die Ursache dieses Sprunges, welcher den von Hr *Hiorter* erwähnten monatlichen Veränderungen am nächsten kommt, in der allgemeinen Richtungskraft oder in irgend einer Veränderung in den anziehenden Kräften des umgebenden Eisens zu suchen sey, läſst sich aus Mangel an entsprechenden Untersuchungen anderer Orten nicht mit Gewiſsheit sagen; auch hat die Nadel nicht mehr als dieses Mal solche Launen gezeigt. Inzwischen ist zu ersehen, daſs die Wirkung davon beständig gewesen ist; denn die Nadel ist in der Folge von diesem Stande bey der 26sten Minute während der nächstfolgenden 8 Monate bis zum July 1773 wiederum gleichmäſsig ungefähr 1 Minute des Monats bis zur 35 Minute vorgerückt. Aber hierauf ist sie vom July 1773 bis zum April 1774 ganzer 9 Monate beynahe stillstehend gewesen, und hat zwischen 35 und 37 Minuten geruht, bis sie endlich im April 1774 einen Schritt von einigen Minuten bis zur 40sten Minute that, welche 40 Minuten sie sonach vom ersten Orte in ganzen 30 Monaten vorgerückt ist. Nach einer gleichförmigen Bewegung hätte dies für 12 Monate oder ein Jahr 16 Minuten betragen müssen. Ziehet man aber obgedachten Sprung von

14 Minuten davon ab, welcher wohl von einer Dehnung in dem Tische, worauf die Nadel stand, herrühren möchte, 2 Minuten für den gröfsern Schritt im October 1771, welcher einem Versehen in der ersten Befestigung der Nadel am Nulpunkte beygemessen werden könnte, und ebenfalls 2 für den neuen Schritt im April 1774, von welchem sie schon im May zurückzukehren anfing; so sind nur 22 Minuten für ihr eigentliches Vorrücken und 9 Minuten für die jährliche Bewegung übrig, welches mit dem von mir vorhin bestimmten jährlichen Vorrücken*) genau übereinstimmt. Gleichzeitige Untersuchungen an andern Orten müssen weiter entscheiden, ob die Nadel wirklich im Jahre 1772 im Herbste einen solchen Sprung gemacht habe und wiederum im Jahre darauf ruhend gewesen sey, oder ob solches von der Unsicherheit herrühre, womit die Abweichungsveränderung in Gebäuden mit langen und beweglichen feststehenden Nadeln beobachtet werden können.

b) Der Magnetnadel regelmäfsige tägliche Bewegungen haben sich bey dieser Nadel gerade so verhalten, wie die von den Herren *Hiorter*, *Wargentin* und *Canton* beschriebenen, und verdienen in Hinsicht ihres Zusammenhanges mit den Jahrszeiten und der Umdrehung der Erde um ihre Axe die ungetheilteste Aufmerksamkeit. Ich habe selbige gefunden, wie folgt. Die Nadel thut alle 24 Stunden einen grofsen Schlag (dürfen anders einige Minuten so genannt werden) vor- und rückwärts von Osten nach Westen, und umgekehrt.

*) Zu Anfange gegenwärtiger Abhandlung hat nämlich Wilcke seine Beobachtungen über die absolute Abweichung der Nadel auf der Stockholmer Sternwarte vom Jahre 1763 bis 1777 (siehe Anhang Tafel I. S. 4) angeführt, woraus er ein jährliches Vorrücken von 8 bis 9 Min. findet. Um zwischen diesen und den obenerwähnten Beobachtungen eine Uebereinstimmung zuwege zu bringen, thut Wilcke, meines Erachtens, seinen eigenen Observationen einige Gewalt an. Er bemerkt selbst, dafs der grofse Sprung von 14 Minuten im October 1772 nicht plötzlich kam, sondern gradweise den ganzen Monat hindurch, und (wohl zu merken) nach den Nordlichtern den 1 und 2 October mit einem Sprunge von 7 Minuten anfing, hierauf aber gleichfalls nach dem Nordlichte den 27 Oct. einen neuen Sprung von 7 Min. machte: an welchen Tagen auch die tägliche Bewegung der Nadel unregelmäfsig und ungewöhnlich grofs war, nämlich den 2 Oct. = 1° 5′, den 7 = 2° 12′. Endlich war die Nadel 9 Monate lang nachher ruhend. Dies zusammengenommen gleicht völlig den Unregelmäfsigkeiten in den Bewegungen der Nadel, welche, Hiorters und späteren Erfahrungen gemäfs, die stärkeren Nordlichter begleiten.

Zwischen 12 und 3 Uhr des Tages ist sie am weitesten westlich, zwischen 12 und 3 Uhr in der Nacht am weitesten östlich, so daſs ihre Wendung gewöhnlicher Weise um 2 Uhr des Tages und 2 in der Nacht geschieht, wiewohl dies nicht gerade alle Tage genau eintrifft, sondern bisweilen etwas früher, bisweilen etwas später erfolgt, wovon bis jetzt keine Regel bekannt ist. Ich habe deswegen die Bewegung der Nadel für ordentlich angesehen, so lange die gröſste Elongation und die Wendung zwischen den vorerwähnten Gränzen, 12 und 3 Uhr, eingefallen ist; denn so oft die Wendung früher oder später eintrat, zumal am Tage, sind zum öftern gröſsere Unregelmäſsigkeiten im Anzuge gewesen. Der Gang der Nadel in ihrer täglichen Bewegung ist *selten gleichförmig*, geschieht aber bald schneller, bald langsamer. Wenn sie des Morgens aus Osten kommt, geht sie zum öftern bis 8 und 9 Uhr des Vormittags ganz langsam; zu dieser Zeit bis gegen 11 Uhr fängt sie an etwas schneller zu gehen, und eilt zwischen 12 und 3 ihrem Wendepunkte im Westen zu. Daselbst hält sie sich gleichwohl selten lange auf, sondern kehrt von da mit abnehmender Geschwindigkeit um, bis 6, 7-9 Uhr des Abends, da sie gleichsam eine Weile ruht, aber wiederum zwischen 10 und 12 etwas gen Osten rückt, und öfters zwischen 12 und 3 Uhr in der Nacht noch einen kleinen Schritt ostwärts thut, um, nach einigem Verweilen daselbst, am Morgen und Vormittage zurückzuwandern. Bey diesem regelmäſsigen Gange kommt gleichwohl noch, öfter als daſs man es für eine bloſse Unordnung ansehen könnte, der *Umstand* vor, daſs die Nadel während ihres Ganges nach Osten bisweilen schon um 7 oder 8 Uhr, aber gewöhnlich zwischen 9 und 12 des Abends einen kleinen Rückschritt von einigen Minuten nach Westen thut, doch, ohne sich dabey aufzuhalten, ihren vorbeschriebenen Gang vollführt. Dieser Rückschritt ist öfters merkbar, aber auch oft unmerkbar, statt dessen weilt daselbst die Nadel gewöhnlich einige Stunden, und thut erst um 1 und 2 in der Nacht einen kleinen Ruck nach Osten, um sich von da auf die westliche Tagereise zu begeben. Irgend einen andern Schlag in der Nacht habe ich nicht wahrgenommen, solcher müſste denn von 2 bis 3 Uhr erfolgt seyn, wofür ich nicht recht stehen kann, da ich der Nadel selten länger zu folgen vermocht habe, welche Morgens um 6 oder 7 Uhr

beynahe immer auf dem Rückwege nach Westen gefunden worden ist.

Die Sommerszeit ist zur Beobachtung dieser Veränderungen am dienlichsten, denn dann sind sie, wie die Tabelle ausweist, gröfser und schneller als im Winter, da sich die Nadel kaum 5 Minuten in 24 Stunden bewegt. Diese von Herrn *Canton* zuerst bemerkte Ungleichheit und *Verbindung zwischen den Jahrszeiten und der Gröfse der täglichen Bewegungen der Nadel* ist so deutlich und gleichmäfsig zu- und abnehmend, dafs man hieraus nicht ohne Grund vermuthet, Wärme und Kälte wirken merklich auf die Nadel ein, welche doch nach andern bekannten Versuchen einen entgegengesetzten Einflufs auf die Magnetkraft haben, indem die Kälte sie zu vermehren, die Wärme aber zu schwächen pflegt, wogegen die Nadel am lebhaftesten im Sommer, aber träger in der Kälte ist, in welcher sie sogar, wie *Ellis (Voyage to Hudsons Bay p. 221)* bemerkt hat, ihre ganze Richtungsfähigkeit verlieren kann, die dann wiederum durch Feuer erregt werden mufs*).

*) Wofern ich Wilcken recht verstehe, so mufs wohl seine Meinung folgende seyn:

Wenn die Mittelrichtung der magnetischen Kräfte der Erde (der magnetische Meridian) ihre Lage ändert, so wirken diese Kräfte mit einem gewissen Momente, welches mit der Magnetkraft der Nadel proportionirt ist, auf letztere. Wäre die Nadel vollkommen beweglich, so müfste sie, möge dieses Moment grofs oder klein seyn, sich in Bewegung setzen und erst in Ruhe kommen, wenn sie von neuem im magnetischen Meridiane ruhete; aber die Reibung und der Widerstand der Luft widersetzen sich der Bewegung, und wofern das Moment dieses Widerstandes eben so grofs ist wie das obenerwähnte magnetische Moment, oder doch merklich, so erfolgt entweder keine oder doch eine kleinere Bewegung, als wenn die Nadel völlig frey gewesen wäre. Da nun die täglichen ordentlichen Bewegungen im Winter kleiner sind als im Sommer, so mufs das magnetische Moment (also die Magnetkraft der Nadel) in ersterer Jahrszeit kleiner seyn als in letzterer, welches andern bekannten Erfahrungen widerstreitet. Wofern diese Erklärungsweise Wilckens richtig wäre, würde jener Unterschied zwischen der Gröfse der täglichen Bewegungen aufhören, wenn die Nadel völlig frey wäre. Cassini hat aber denselben Unterschied im Sommer und Winter an einer Nadel gefunden, die in einem Seidenraupengespinste aufgehängt war, wo also die Reibung beynahe = 0 war; mittelst derselben Aufhängeweise fand er auch Eine und dieselbe Bewegung an zween Nadeln, deren eine äufserst schwach, die andere bis zur Sättigung magnetisirt war. Was die von Ellis angeführte Erfahrung betrifft, siehe Hptst. 7, §. 18, Zusatz, S. 378-379; bey der Erwärmung des Compasses wird vermuthlich die Reibung dadurch vermindert, dafs dasjenige Oel, womit die Spitze, auf

c) Der Nadel unordentliche Veränderungen sind alle Bewegungen und Rückungen, die von den vorhergehenden mit der Zeit harmonirenden und regelmäſsigen Veränderungen abweichen; sie lassen sich in 3 Arten eintheilen. Diese Veränderungen weichen nämlich ab 1) nur *in Hinsicht der Gröſse*, ereignen sich aber übrigens zur gewöhnlichen Zeit. Sie sind im Vergleiche mit der monatlichen Mittelzahl der regelmäſsigen entweder zu *groſs* oder zu *klein*. Die ersteren sind beynahe sämmtlich in der Tabelle aufgeführt und treffen gewöhnlich gleich vor, zwischen und nach den Tagen ein, an welchen die Nadel gröſsere Unregelmäſsigkeiten vorgehabt hat; oder auch bisweilen an sehr schönen und heitern Tagen, wenn die Luft rein und trocken gewesen ist. Ganz kleine Schläge thut die Nadel und steht bisweilen ganze Tage über bey sehr feuchter Luft völlig still, zumal wenn zur Herbstzeit mehrtägiger Thauregen statt gefunden hat; so auch bisweilen nach mehrtägigen groſsen Schwankungen, welche die Nadel einige Zeit gleichsam ermatten, bevor sie wieder in Gang kommen kann. 2) *In Hinsicht der Zeit*, aber weder in Gröſse noch Ordnung. Die täglichen Schwingungen der Nadel ergeben sich dann auf ein Mal etwas früher oder später. Die Nadel ist bereits vor 12 Uhr am weitesten im Westen und vor 12 in der Nacht am weitesten im Osten; oder auch fährt die Nadel noch nach 3 Uhr fort des Nachmittags nach Westen zu rücken, und geht des Morgens ostwärts, obgleich das ganze Rücken eine einzige Schwingung in 24 Stunden beträgt. Die jährliche und monatliche Verrückung scheint bey solchen Gelegenheiten zu geschehen. Oefters sind doch diese Abweichungen zu ungewöhnlicher Zeit Vorboten erfolgender unordentlicher Bewegungen. 3) *Im eigentlichsten Sinne unordentlich und unregelmäſsig* sind gleichwohl die von allen obigen sowohl in Hinsicht der Zeit als der Gröſse und Ordnung sehr verschiedenen Veränderungen, wofür noch keine Regel oder Gesetz hat entdeckt werden können. Die Nadel macht dabey oft gröſsere und schnellere Sprünge in einer oder einigen Minuten als sonst in ganzen Tagen. Sie wird mehrere Grade nach beiden Seiten von ihrem Mittelstande

welcher die Rose wandert, benetzt ist, solchergestalt flüssiger wird. Middleton erreichte denselben Zweck, indem er den Compaſs in beständiger Bewegung erhielt.

geführt, und rückt in einer und derselben Stunde mehrere Mal vor und zurück, ja steht bisweilen keine ganze Minute still, sondern schwebt bald ruckweise, bald zitternd vor und zurück. Der gröſste Bogen, den ich auf diese Weise die Nadel habe durchlaufen sehen, ist 5° 30′ gewesen; selten ist doch die Veränderung so groſs, aber nicht selten einen ganzen Grad. Keine Zeit noch Stunde des Tages, läſst sich sagen, ist ganz frey von diesen Unregelmäſsigkeiten gewesen. Doch selten fangen sie des Vormittags an. Zwischen 12 und 3 kündigen sie sich oft mit einem ungewöhnlichen Sprunge an, aber nach 3 Uhr und zumal um 7 bis 10 und 12 Uhr des Abends haben sie sich am häufigsten eingestellt, da denn auch die Nadel die Nacht über am unruhigsten gewesen ist. Ihre Dauer ist ungleich lang. Zuweilen ist es in einigen Stunden abgethan, besonders Nachmittags oder von 7 bis 12 des Abends: Stunden, die sich durch Unregelmäſsigkeiten auszuzeichnen scheinen. Sie währen aber auch unterweilen mehrere ganze, ja acht Tage hinter einander, in welcher Zeit die Nadel bald mehr bald weniger beunruhigt wird. Kein Monat ist frey von diesen Bewegungen gewesen, die sich gewöhnlicher Maſsen 2 Mal in jedem Monate einige Tage hinter einander einstellen, und bisweilen (wie im März 1774) beynahe täglich werden. Des Sommers im Juny oder July sind sie gewöhnlich ein Mal recht stark und langwierig; so auch des Winters im Januar. Aber Regel und Ordnung wird hierin noch vermiſst. Das einzigste, was schon die Herren *Celsius* und *Hiorter* entdeckt haben, ist die nahe und bewundernswürdige Verwandtschaft und Harmonie dieser Unordnungen mit den in der hohen Atmosphäre schimmernden Nordlichtern.

Der Nadel Zusammenhang mit dem Nordlichte ist so deutlich, allgemein und beständig, daſs niemand, der beide Erscheinungen mit Aufmerksamkeit betrachtet, daran zweifeln kann. Trüber Himmel, Mondschein und helle Sommernächte hindern bisweilen das deutliche Wahrnehmen des Nordlichtes; wenn aber jenes nicht eintrifft, so schlägt es selten oder nie fehl, daſs sich nicht Nordlichter an dem Tage, wenn die Nadel eine ungewöhnliche Bewegung hat, am Himmel zeigen, und öfters brennen sie am hellesten, während die Nadel am stärksten hin und her schwankt. Gleichwohl darf man nicht umgekehrt ohne Ausnahme schlieſsen, die Nadel zeige jedes Mal sehr groſse

Bewegungen, so oft sich dieser Glanz wirklich am Himmel einstellt. Ich habe in der Tabelle alle die Nordlichter aufgezeichnet, die ich selbst wahrgenommen habe, und darunter auch solche, bey welchen die Nadel nicht viel mehr als gewöhnliche Bewegungen gezeigt hat, ob sich gleich die Nordlichter bisweilen mit Bögen und hellen Flammen ziemlich hoch verbreitet haben. Die Sache verhält sich völlig so, wie Hr. *Hiorter* sie so richtig beschrieben hat. Die Nordspitze der Nadel scheint den Nordlichtern zu folgen und sich nach ihnen zu ziehen. Sind diese einzig oder doch am stärksten im Westen aufgehäuft und brennend, so wird auch die Nadel nach Westen geführt; strahlen sie wiederum am hellesten im Osten, so weichet auch die Nadel nach dieser Weltgegend hin ab. Die Nadel hat mich so oft, zumal wenn sich erst die Lichter entzünden, von ihrer Lage unterrichtet, daſs ich nicht an dessen Richtigkeit zweifle. Wenn im Gegentheile die Nordlicht-Wolke sehr niedrig war, oder der Bogen nach der Magnetrichtung gleichmäſsig bis und über den Zenith emporstieg und die Flammen sich allenthalben gleich vertheilten, dann wurde die Nadel nicht so stark beunruhigt; dann stehet sie oft mit kleinen dichten Schlägen und Bebungen einige Minuten lang still, ist auch gleich der ganze Himmel mit Strahlenschüssen und Blitzen weit über den Zenith hinaus bis nach Süden überzogen. Ein der Nadel Gewohnter bemerkt doch bald ihre beständige Unruhe, und selten läuft es ohne ungleiches Vertheilen der Flammen ab, welches sich denn sofort durch gröſsere Veränderungen zu erkennen giebt.

Da das Nordlicht auf die horizontalen Abweichungsnadeln so merklich wirket, so scheint sich der Schluſs aufzudringen, daſs es auch auf die in einer vertikalen Ebene sich bewegenden *Neigungsnadeln* einen eben so starken, wohl gar gröſsern Einfluſs haben müsse. Da dies jedoch niemals genau untersucht worden ist, habe ich mich mehrere Male bemüht, mit den für Seebeobachtungen eingerichteten, aber doch eigends zu dem Ende aufgestellten Nadeln darauf Acht zu geben, doch ohne mir noch in dieser Hinsicht selbst genügen zu können. Aus dem wenigen dadurch Ausgemittelten *bestätigt sich gleichwohl die Verbindung des Nordlichtes mit der Nadel auf eine merkwürdige Weise.* Es bedürfen aber die Instrumente einer eigenen und verbesserten

Einrichtung, wofern etwas mehr damit entdeckt werden soll. Was ich bisher gefunden, besteht darin: 1) daſs sich das Centrum der sogenannten Nordlichtsonne, die bekanntlich nicht weit vom Zenith steht und bisweilen nach allen Himmelsgegenden, gleichsam ein Zelt bildend, die schönsten Strahlen verbreitet, auf das genaueste in derselben Richtung zeigt, welche die Neigungsnadeln ausweisen; d. h. bey uns ungefähr in 75° Höhe gen Süden in der Vertikalebene, welche, sowie die Abweichung, dermalen etwa 14 Grade nach Osten von der Mittagslinie abweicht. Diese Sonne ist, wie *Cotes (Smith Optiks, p. 67)*, *Mairan (Traité de l'aurore boreale*, 1754, *p.* 139) nebst mehreren richtig gezeigt haben, nichts als eine optische Projectionsfigur, welche die nach dieser Richtung parallel emporsteigenden Strahlen des Nordlichtes in unserem Auge und Urtheil am eingebildeten Himmelsgewölbe bilden. *Die Nordlichtflammen streichen sonach gerade in derselben Richtung empor, welche die Magnetkraft, wenn sie allein waltet*), den Inclinationsnadeln ertheilt.* Was Wunder denn, daſs die Nordlichter, so lange sie dieser Magnetrichtung folgen, nicht im geringsten die Neigungsnadeln berühren, die sich blos vertikal bewegen können, sondern gerade auf diese Nadeln eine deutliche Wirkung äuſsern, wenn sich die Richtung ändert, da auch die oberwähnte Nordlichtsonne zugleich mit der Magnetnadel ihre Lage ändert. Dies habe ich nun auch mehrere Mal deutlich bemerkt: *die Neigungsnadel, welche bey den stärksten Nordlichtern so lange stille gewesen ist, als der Mittelpunkt der Nordlichtkrone seine gewöhnliche Stelle einnahm, hat durch eine merkliche Veränderung von* 10, 15, 20, *ja* 60 *Minuten zu erkennen gegeben, daſs dieser Mittelpunkt wirklich einige Grade*

*) Die Richtigkeit dieser Bemerkung habe ich neulich, nämlich den 7 Oct. 1816 und den 8 Febr. 1817 bey zween ziemlich starken Nordlichtern zu bestätigen Gelegenheit gehabt. Aus der Rectascension und Declination derjenigen Sterne, neben welchen sich der Mittelpunkt der Nordlichtkrone an diesen beiden Abenden zeigte, wurde in Verbindung mit der Stundenzeit das Azimuth und die Höhe desselben Mittelpunktes berechnet. Den 7 Oct. ward das Azimuth = 12° 11' ö, die Hohe = 73° 10', den 8 Febr. Az. = 14° 57' ö, Höhe = 74° 39' gefunden, welches ziemlich nahe die Richtung der Neigungsnadel in Christiania ist. Der geringste Fehler in der Annahme des Mittelpunktes der Nordlichtkrone wird so nahe am Zenith natürlich von bedeutendem Einflusse auf das Azimuth seyn, welches freilich hierbey etwas kleiner als die Abweichung gefunden wurde, die in Christiania 20° ist.

höher hinauf oder weiter hinab gerückt ist und dafs sich somit die Nordlicht- und Magnet-Richtung zugleich geändert haben. Hierzu kommt noch ein anderer Umstand *bey der horizontalen Abweichungsnadel selbst, dafs sich nämlich ihre Nordspitze, die sonst immer in einer Ebene mit dem Gradbogen steht, bey solchen Gelegenheiten merklich hinabgesenkt hat und gleichsam schwerer geworden ist, wie mir denn dies während des prächtigen rothen Nordlichtes d.* 18 *Jan.* 1770 *begegnete; oder sich auf ein Mal erhoben und unten am Glase angeschlagen hat, welches unter andern* 5 *Mal nach einander den* 13 *Dec.* 1765 *geschah, während das Nordlicht gewaltig im Zenith flammte.*

§. 10. Etwa zur nämlichen Zeit wurden ähnliche Beobachtungen von *Lous* in Kopenhagen (1765-1772), von *Ascleppi* in Rom (1772), *Cotte* in Montmorency (1774-1775) und *van Swinden**) in Franeker (1771-1775) angestellt, wodurch die vorhergehenden Entdeckungen noch mehr Bestätigung gewannen. Doch kamen keine neuen hinzu, bis *Cassini***) mittelst einer bessern Aufhängung der Nadel und einer Reihe mehrjähriger Beobachtungen an einem gelegeneren Orte (der Pariser Sternwarte) endlich eine merkwürdige Regel im monatlichen und jährlichen Fortschreiten der Nadel fand. Er hängte nämlich die Nadel nach der Coulombschen Methode in einem seidenen Faden, der aus mehreren einzelnen ungezwirnten 15-20 Zoll langen Fädchen bestand, in einem hermetisch verschlossenen bleyernen Kasten auf. Dieser wurde unverrückbar an einem gemauerten Pfeiler befestigt, und der Stand der Nadel durch ein mit einem Mikrometer versehenes Mikroscop bestimmt.

Cassinis Werk zerfällt in zwey Abtheilungen, von denen die erste***) die Resultate einer Reihe Versuche vom 10 Aug. 1780 bis zu Ende des Jahres 1781 darstellt. Die wichtigsten derselben sind folgende. *Cassini* machte Versuche mit zween Nadeln von einerley Dimensionen, von denen die eine 10 Mal stärker magnetisirt war als die andere. Die schwache Nadel hatte

*) Recherches sur les Aiguilles aimantées in Memoires presentées à l'Acad. des Sc. de Paris par divers Savans etrangers. Tom. VIII.

**) De la Declinaisen et des Variations de l'aiguille aimantée par M. Cassini. Paris 1791.

***) Lettre à l'Auteur du Journal de Physique Avril 1784, auch abgedruckt im Journ. de Physique 1792, T. 40, p. 298-340.

einen sehr unordentlichen Gang und wies fast niemals wie die stärkere. Er glaubte zu finden, daſs der menschliche Körper das Nordende der Nadel abstoſse. Nachdem die schwächere Nadel im Keller der Sternwarte aufgestellt worden, wo sie gegen meteorologische Einflüsse gesichert war, hatte sie einen weit regelmäſsigeren Gang und hielt oft gleichen Schritt mit der stärkern. Der Nadel tägliche Schwingungen waren nach den verschiedenen Jahrszeiten sehr verschieden; *Cassini* schlägt die gröſste zu 14 Minuten, die kleinste zu 5 Min. an. *Nordlichter* störten die Nadel in ihrem ordentlichen Gange; so durchwanderte sie während des Nordlichtes den 25 Sept. 1781 einen Bogen von 1° 15′. Die Wirkung dieser Erscheinung auf die Nadel wurde oft mehrere Stunden eher verspürt, als sie eintrat, und eben so lange nachdem sie verschwunden war. Auch glaubte er einen ähnlichen Einfluſs von Seiten des *Zodiakallichtes* zu spüren, sieht aber dies nicht als ausgemacht an. *Donner*, *Blitz* und *Sturm* äuſserten hingegen keine solche Wirkung auf die Nadel. Dergleichen Erscheinungen zeigten sich den 24 Sept., den 4, 21 und 26 Juny, den 15 und 23 July 1781, ohne daſs der Nadel regelmäſsige tägliche Bewegung im geringsten gestört wurde; aber den 25 July hatte sie während eines Sturmes *(orage)* eine Bewegung von 15 Minuten, wobey *Cassini* bemerkt, daſs dies das erste Mal gewesen sey, daſs er unter gleichen Umständen eine solche Variation wahrgenommen habe. Ost- und Nordostwind scheinen ihm mehrere Mal von gewissen Unregelmäſsigkeiten der Nadel begleitet gewesen zu seyn, wie denn auch ein plötzlicher Uebergang von gutem zu schlechtem oder von schlechtem zu gutem Wetter bisweilen auf einige Tage den mittleren Stand der Nadel verändert zu haben scheint, bis sie eine ähnliche Veränderung wieder auf ihre vorige Stelle zurückgebracht hat.

Der zweyte Theil des Cassinischen Werkes*) enthält, auſser Beobachtungen über die Abweichung der Magnetnadel auf der Pariser Sternwarte von 1667 bis 1791**), eine Reihe Beobachtungen *Cassinis* vom 1 May 1783 bis 1 Jan. 1787, aus welchen die Resultate in folgenden Tafeln eingeführt sind.

*) De l'influence de l'equinoxe du printems et du solstice d'été sur la declinaison et les variations de l'aiguille aimantée.

**) Siehe Anhang Tafel I. S. 11, 12.

I. Stand der Magnetnadel in ihrer gröſsten westlichen Digression.

Zeit.		1783.	1784.	1785.	1786.	1787.	1788.
Januar	4		+ 1′ 6″	+ 17′ 49″	+ 30′ 58″	+ 37′ 57″*	+ 45′ 13″
	12		− 0 16	17 49	30 41	40 33	44 48
	20		1 14*	24 40	32 53	41 55	44 15
	28		0 0	26 2	34 15	40 49	44 15
Februar	4		+ 2′ 28″	+ 23′ 17″	+ 31′ 55″	+ 41′ 55″	+ 45′ 13″
	12		2 3	28 17	34 40	42 28	43 17*
	20		2 20	23 17	35 37	47 49	50 0
	28		5 4	24 40	29 35	48 54	48 30
März	4		+ 8′ 54″	+ 24′ 7″	+ 34′ 48″	+ 56′ 2″	+ 50′ 50″
	12		7 58	25 4	36 59	57 16	49 11
	20		8 5	25 12	36 59	60 58*	49 11
	28		8 13	25 12	36 26	58 5	48 5
April	4		+ 8′ 13″	+ 23′ 42″	+ 38′ 22″	+ 56′ 35″	+ 66′ 18″*
	12		8 54	25 12	38 30	56 59	62 4
	20		10 16	25 12	37 40	59 11	61 14
	28		9 35	24 40	42 45*	59 11	64 48
May	4	0′ 0″	+ 12′ 53″	+ 26′ 2″	+ 35′ 37″	+ 55′ 29″	+ 61′ 31″
	12	− 2 12	9 11	23 50	35 52	56 51	57 32
	20	3 9	9 44	25 4	34 56	54 31	59 44
	28	3 9	3 17	24 7	34 15	49 27	55 13
Juny	4	− 5′ 45″	+ 6′ 18″	+ 25′ 4″	+ 26′ 43″	+ 49′ 19″	+ 55′ 45″
	12	6 10	1 55	22 36	26 2	50 8	54 32
	20	5 53	2 44	16 43*	22 44*	46 35	53 1
	28	2 44	0 0	16 51	25 11	43 42	53 15
July	4	− 6′ 26″	− 0′ 41″	+ 20′ 33″	+ 27′ 44″	+ 45′ 51″	+ 50′ 43″
	12	9 11	+ 1 22	19 35	27 32	43 1	52 4
	20	12 44	3 50	21 55	28 38	43 17	51 14
	28	10 25	5 29	19 11	31 47	45 29	49 19
August	4	− 10′ 58″	+ 4′ 48″	+ 20′ 58″	+ 26′ 43″	+ 45′ 45″	+ 48′ 22″
	12	8 34	5 4	20 58	30 41	45 13	51 39
	20	1 30	7 17	23 1	28 54	48 30	52 12
	28	1 6	8 21	24 40	32 45	49 27	52 28
September	4	− 5′ 43″	+ 10′ 25″	+ 26′ 10″	+ 32′ 3″	+ 49′ 52″	+ 52′ 7″
	12	1 39	6 51	24 48	32 53	50 8	51 33
	20	1 30	10 8	26 2	31 31	50 17	51 39
	28	1 55	8 54	24 23	34 40	51 47	56 10
October	4	− 1′ 22″	+ 12′ 53″	+ 26′ 10″	+ 36′ 59″	+ 55′ 13″	+ 56′ 35″
	12	0 0	14 48	26 51	37 49	55 54	56 10
	20	+ 0 41	15 37	26 2	41 31	43 26	57 41
	28	0 25	14 48	30 8	40 25	58 5	62 12
November	4	+ 1′ 22″	+ 14′ 15″	+ 32′ 53″	+ 29′ 35″	+ 40′ 49″	+ 60′ 50″
	12	0 0	14 39	30 8	30 49	38 54	60 58
	20	4 7	16 51	30 8	31 55	48 17	62 36
	28	3 1	15 53	31 31	35 37	41 22	58 55
December	4	+ 3′ 1″	+ 16′ 26″	+ 30′ 33″	+ 35′ 45″	+ 39′ 52″	+ 58′ 46″
	12	2 11	15 53	30 8	37 32	44 31	55 29
	20	1 22	15 12	33 42*	39 44	48 30	56 10
	28	0 0	16 59*	30 8	38 38	45 4	58 30

II. Stand der Magnetnadel in ihrer gröſsten östlichen Digression.

Zeit.		1784.	1785.	1786.	1787.	1788.
Januar	4	− 7′ 16″	+ 12′ 20″	+ 20′ 33″	+ 26′ 10″	+ 37′ 40″
	12	9 11	10 28	21 55	26 43	34 15
	20	8 30	19 11	20 33	26 26*	32 55
	28	10 33*	17 50	24 40	24 43	32 53
Februar	4	− 7′ 32″	+ 15′ 4″	+ 21′ 55″	+ 27′ 24″	+ 34′ 15″
	12	4 23	16 26	21 55	28 46	35 37
	20	9 2	16 26	23 17	31 31	36 59
	28	3 1	17 49	21 55	32 53	37 52
März	4	− 2′ 36″	+ 16′ 26″	+ 21′ 55″	+ 37′ 40″	+ 36′ 59″
	12	2 20	16 26	20 33	41 6	33 34
	20	3 9	13 42	19 11	39 44	30 49
	28	1 47	13 42	21 55	41 6	27 24*
April	4	− 1′ 55″	+ 15′ 4″	+ 20′ 33″	+ 43′ 9″	+ 39′ 44″
	12	3 1	15 4	20 33	41 6	45 13
	20	1 39	12 20	23 17	41 6	41 32
	28	1 5	12 20	24 40	42 28	45 54
May	4	− 2′ 11″	+ 12′ 20″	+ 23′ 17″	+ 39′ 44″	+ 40′ 17″
	12	0 16	8 13	20 33	41 6	44 10
	20	5 20	9 35	20 33	38 22	39 44
	28	6 2	10 58	17 49	38 46	41 37
Juny	4	− 8′ 46″	+ 10′ 58″	+ 12′ 20″	+ 32′ 53″	+ 38′ 22″
	12	8 5	9 35	12 20	32 53	41 6
	20	8 21	6 51*	8 13*	32 12	39 44
	28	9 35	6 51	8 13	32 53	38 22
July	4	− 8′ 54″	+ 9′ 35″	+ 13′ 42″	+ 24′ 40″*	+ 39′ 44″
	12	7 40	8 13	15 4	26 2	39 3
	20	6 51	6 51	10 58	26 26	39 44
	28	6 43	9 35	12 20	28 46	42 28
August	4	− 5′ 29″	+ 6′ 51″	+ 13′ 42″	+ 26′ 2″	+ 39′ 3″
	12	5 20	6 51	13 42	27 24	40 2
	20	4 31	10 58	13 42	27 24	37 40
	28	2 28	10 58	15 4	32 53	41 6
September	4	− 2′ 53″	+ 8′ 13″	+ 15′ 4″	+ 32′ 53″	+ 41′ 47″
	12	3 1	10 58	16 26	32 53	39 3
	20	3 1	12 20	17 49	34 15	38 22
	28	1 39	12 20	19 11	38 22	39 43
October	4	+ 3′ 34″	+ 12′ 20″	+ 20′ 33″	+ 40′ 0″	+ 41′ 6″
	12	4 56	15 4	21 55	40 8	45 13
	20	7 40	12 19	24 39	42 3	48 38
	28	5 29	20 33	23 17	46 51*	49 19
November	4	+ 7′ 24″	+ 23′ 17″	+ 20′ 33″	+ 26′ 2″	+ 48′ 22″
	12	8 54	21 55	21 14	28 46	50 41*
	20	10 33	21 55	23 17	30 8	50 0
	28	9 52	20 33	21 55	28 5	47 16
December	4	+ 12′ 20″	+ 20′ 33″	+ 26′ 43″	+ 28′ 5″	+ 45′ 54″
	12	11 6	23 17	27 24	34 56	48 12
	20	10 41	24 40*	27 24*	36 59	45 13
	28	12 36*	24 40	26 51	35 37	47 57

III. Mittlere tägliche Schwingung der Nadel für jede Woche des Jahrs.

Zeit.		1784.		1785.		1786.		1787.		1788.		Mittel.
Januar	4	8′	22″	5′	29″	10′	25″	11′	47″	7′	32″	8.7
	12	8	55	6	51	8	46	13	50	10	33	9.8
	20	7	16	5	29	12	20	15	29	11	22	10.4
	28	10	33	8	12	9	35	16	6	11	22	11.2
Februar	4	10′	0″	8′	12″	10′	0″	14′	31″	10′	58″	10.7
	12	6	26	6	51	12	44	13	42	7	40	9.5
	20	11	22	6	51	12	20	16	18	13	1	12.0
	28	8	5	6	51	7	40	16	1	10	58	9.9
März	4	11′	30″	7′	40″	12′	53″	18′	22″	13′	50″	12.8
	12	10	8	8	38	16	26	16	10	14	37	13.2
	20	11	14	11	30	17	49	21	14	18	21	16.0
	28	10	0	11	30	14	31	16	59	20	41	14.9
April	4	10′	8″	8′	38″	17′	49″	13′	26″	26′	35″	15.3
	12	11	55	10	8	17	57	15	53	16	51	14.5
	20	11	55	12	53	14	23	18	5	19	43	15.4
	28	10	41	12	20	18	5	16	43	18	54	15.3
May	4	15′	4″	13′	42″	12′	20″	15′	45″	21′	14″	15.6
	12	9	27	15	37	15	19	15	45	12	53	13.8
	20	15	4	15	29	14	23	16	9	20	0	16.2
	28	9	19	13	9	16	26	10	41	13	25	12.6
Juny	4	15′	4″	14′	7″	14′	23″	16′	26″	17′	24″	15.5
	12	10	0	13	1	13	42	17	15	13	26	13.5
	20	11	6	9	52	14	31	14	23	13	17	12.6
	20	9	35	10	0	16	57	10	49	15	53	12.6
July	4	8′	13″	10′	58″	13′	42″	21′	11″	16′	59″	14.2
	12	9	2	11	22	12	28	16	59	13	1	12.6
	20	10	41	15	4	17	40	16	51	11	30	14.4
	28	12	11	9	35	19	27	16	43	6	51	12.9
August	4	10′	16″	14′	7″	13′	1″	19′	43″	9′	19″	13.3
	12	10	24	14	7	16	59	17	49	11	39	14.2
	20	11	47	12	3	15	12	21	6	14	31	14.9
	28	10	48	13	42	17	40	16	34	11	22	14.0
September	4	13′	17″	17′	40″	16′	59″	16′	59″	12′	20″	15.5
	12	9	52	13	50	16	26	17	16	12	20	13.9
	20	13	9	13	42	13	42	16	2	13	17	14.0
	28	10	33	12	13	15	29	13	25	16	26	13.6
October	4	9′	19″	13′	50″	16′	26″	15′	13″	15′	29″	14.0
	12	9	52	11	46	16	53	15	46	10	58	13.1
	20	7	57	13	42	16	51	11	23	9	2	11.8
	28	9	19	9	35	17	7	11	14	12	53	12.0
November	4	6′	51″	9′	36″	9′	2″	14′	47″	12′	28″	10.6
	12	5	45	8	13	9	35	10	8	10	16	8.8
	20	6	18	8	13	8	38	10	9	12	36	9.2
	20	6	2	10	58	13	42	13	17	11	39	11.1
December	4	4′	7″	10′	0″	9′	2″	11′	47″	12′	53″	9.6
	12	4	49	6	51	10	8	9	35	7	17	7.7
	20	4	31	9	2	12	20	11	31	10	58	9.7
	28	4	23	5	29	11	47	9	27	10	33	8.3

IV. Stand der Nadel um die Nachtgleichen und Sonnenwenden.

Epochen.	Westliche Digression.			Oestliche Digression.		
	Stand.	Bewegung.		Stand.	Bewegung.	
1783, 20 Juny	− 5′ 53″					
20 Sept.	1 30	+ 4′ 23″				
20 Dec.	+ 1 22	+ 2 52	Vorwärts			
1784, 20 März	+ 8′ 5″	+ 6 43		− 3′ 9″		
20 Juny	2 44	− 5 21	Rückwärts	8 21	− 5′ 12″	Rückwärts
20 Sept.	10 8	+ 7 24		3 1	+ 5 20	
20 Dec.	15 12	+ 5 4	Vorwärts	+ 10 41	+ 13 42	Vorwärts
1785, 20 März	+ 25′ 12″	+ 10 0		+ 13′ 42″	+ 3 1	
20 Juny	16 43	− 8 29	Rückwärts	6 51	− 6 51	Rückwärts
20 Sept.	26 2	+ 9 19		12 20	+ 5 29	
20 Dec.	33 42	+ 7 40	Vorwärts	24 40	+ 12 20	Vorwärts
1786, 20 März	+ 36′ 59″	+ 3 17		+ 19′ 11″	− 5 29	
20 Juny	22 44	− 14 15	Rückwärts	8 13	− 10 58	Rückwärts
20 Sept.	31 31	+ 8 47		17 49	+ 9 36	
20 Dec.	39 44	+ 8 13	Vorwärts	27 24	+ 9 35	Vorwärts
1787, 20 März	+ 60′ 58″	+ 21 14		+ 39′ 44″	+ 12 20	
20 Juny	46 35	− 14 23	Rückwärts	32 12	− 7 32	Rückwärts
20 Sept.	50 17	+ 3 42		34 15	+ 2 3	
20 Dec.	48 30	− 1 47 *)	Vorwärts	36 59	+ 2 44	Vorwärts
1788, 4 April	+ 66′ 18″	+ 17 48		+ 39′ 44″	+ 2 45	
20 Juny	53 1	− 13 17	Rückwärts	39 44	− 0 0	Rückwärts
28 Sept.	56 10	+ 3 9		39 44	+ 0 0	
28 Dec.	58 30	+ 2 20	Vorwärts	47 57	+ 8 13	Vorwärts

Jede Zahl in den zwey ersten Tafeln ist ein Mittel des Standes der Nadel für eine ganze Woche; jeder Monat hat also 4 solche Mittel, nämlich für den 4ten, 12ten, 20sten und 28sten Tag im Monat. Die erste Tafel enthält den Stand der Nadel in dessen Maximum oder die gröſste westliche Elongation zwischen Mittags und 2 Uhr Nachmittags; die zweyte Tafel enthält ihren Stand im Minimum oder in ihrer gröſsten östlichen Elongation des Morgens oder Abends. Die Unterschiede der Zahlen in der ersten und zweyten Tafel geben also die von der Nadel täglich durchwanderten Bögen, die in der dritten Tafel enthalten sind. Eine Mittelzahl der Zahlen in der ersten und

*) Diese kleine rückgängige Bewegung, sagt C., in einer Epoche, wo die Nadel zuvor immer rechtläufig gewesen, ist augenscheinlich von dem Nordlichte den 31 October hervorgebracht, welches eine Verwirrung von 18′ in der Richtung der Nadel verursachte.

zweyten Tafel würde den Punkt geben, um welchen die Nadel von Woche zu Woche geschwebt hat, woraus sich also die monatlichen Wanderungen der Nadel erkennen liefsen. Statt dessen hat *Cassini* vorgezogen, diese monatlichen Bewegungen lediglich aus dem Stande der Nadel im Maximum zu bestimmen, immafsen die aus dem Minimum des Morgens und des Abends gefundene mehr Unregelmäfsigkeiten ausgesetzt ist, welche das Resultat zweifelhaft und weniger in die Augen fallend machen könnten. Die 5 ersten Columnen der 4ten Tafel enthalten sonach den Stand der Nadel um die Tage der Sonnenwenden und Nachtgleichen, aus der ersten Tafel gezogen, nebst den Differenzen zwischen den 2 auf einander folgenden Epochen, d. i. der Nadel mittlerweilige Bewegung. Diesem habe ich noch in den beiden letzten Columnen die nämlichen Bestimmungen, abgeleitet aus dem Minimum der Nadel in der Tafel II., hinzugefügt. Aus diesen Beobachtungen zieht *Cassini* folgende Resultate:

1) Aus den Beobachtungen des Maximum der westlichen Abweichung um 5 Uhr Nachmittags (Tafel I.) ergiebt sich, dafs der Bogen, um welchen dieses Maximum nach Westen vorschreitet, sehr ungleich ist, sowohl von Woche zu Woche, als von Monat zu Monat, imgleichen von Jahr zu Jahr gerechnet. Fast immer betrug das *wöchentliche* Fortschreiten weniger als 3 Minuten; selten stieg es bis 5 Minuten; wurde es gröfser, so war das ein Beweis einer besondern Störung. Das *monatliche* Fortschreiten variirte von 4 bis 8 Minuten, und schien im May, Juny, July und August am gröfsten zu seyn. Der gröfste in einem Jahre durchlaufene Bogen *(la plus grande variation de l'année)* ist aus folgendem zu ersehen:

Jahr.	Aus Tafel I.		Aus Tafel II.	
1784	20 Jan. — 28 Dec.	+ 18′ 13″	28 Jan. — 28 Dec.	+ 23′ 9″
1785	20 Juny — 20 Dec.	+ 16 59	20 Juny — 20 Dec.	+ 17 49
1786	28 April — 20 Juny	— 20 1	20 Juny — 20 Dec.	+ 19 11
1787	4 Jan. — 20 März	+ 23 1	4 July — 28 Oct.	+ 22 11
1788	12 Febr. — 4 April	+ 23 1	28 März — 12 Nov.	+ 23 17

Das *jährliche* Fortschreiten *(progression annuelle)* variirte in den 5 ersten Jahren der Beobachtung von 5′ bis 18′. Es war nämlich nach dem täglichen Maximum in Tafel I.:

	aus dem westlichsten Stande		aus dem östlichsten Stande	
von 1784 — 1785	28 Dec. — 20 Dec.	16′ 43″	20 Jan. — 20 Juny	17′ 57″
1785 — 1786	20 Dec. — 28 April	9 5	20 Juny — 20 Juny	6 1
1786 — 1787	28 April — 20 März	18 13	20 Juny — 4 Jan.	15 13
1787 — 1788	20 März — 4 April	5 20	4 Jan. — 12 Febr.	5 20

nach dem täglichen Minimum in Tafel II.

	aus dem westlichsten Stande		aus dem östlichsten Stande	
von 1784 — 1785	28 Dec. — 20 Dec.	12′ 4″	28 Jan. — 20 Juny	17′ 24″
1785 — 1786	20 Dec. — 20 Dec.	2 44	20 Juny — 20 Juny	1 22
1786 — 1787	20 Dec. — 28 Oct.	19 27	20 Juny — 4 July	16 27
1787 — 1788	28 Oct. — 12 Nov.	5 50	4 July — 28 März	2 44

Man übersieht hieraus, fügt Herr *v. Cassini* hinzu, wie sehr man sich geirrt hat, wenn man die jährliche Variation in der Abweichung durch eine oder durch zwey Beobachtungen jährlich, in Zeitpunkten, die der Zufall gab, bestimmen zu können meinte. Ja selbst, wenn diese Beobachtungen in demselben Monate angestellt sind, erhält man doch mehrentheils nur sehr unvollkommene Resultate. Aus den gröfsten Abweichungen für die Epochen des 4ten Februars 1784 und 1785 würde eine jährliche Variation von 21 Minuten, für die am 4ten May nur von 13 Minuten folgen. Für das Jahr 1785 bis 1786 würden die Beobachtungen der Epochen des 4ten Juny eine Variation von 1′ 59″, Beobachtungen der Epochen des 4ten Januars von 13′ 9″ gegeben haben. Für 1787 bis 1788 würde aus den Beobachtungen der Epochen vom 4ten März selbst ein Rückschreiten nach Osten um 5′ 12″, aus den Beobachtungen der Epochen vom 4ten November dagegen ein Vorschreiten nach West um 20′ folgen. Hätte man die gröfste Abweichung in der ersten Woche des Mays, in der zweyten des Octobers, in der dritten des Decembers 1785 und in der letzten Woche des Januars und des Juny 1784 beobachtet; so würden alle diese 5 Beobachtungen die Variation 0 gegeben haben, und man würde sich auf das stärkste davon vergewissert glauben, dafs die Nadel länger als ein Jahr stillstehend gewesen sey. Und doch hatte sie in der That während dieses Zeitraumes eine Bewegung von 12′ 44″ nach Osten und von 12′ 53″ nach Westen, zusammen also eine Variation von 25′ 57″ gehabt.

Uebrigens wird man sogleich einsehen, dafs es in jedem Jahre zwey Epochen giebt, in denen man die Nadel immer stillstehend finden mufs.

2) Aus Tafel III. ist zu ersehen, dafs die Gröfse der beständigen Schwankungen oder der täglichen Variation der Nadel nicht alle Jahr dieselbe war. Zwischen Frühling und Herbst war diese Variation in der Regel am gröfsten, nämlich 15 bis 16 Minuten; zwischen Herbst und Frühling am kleinsten, nur 7 bis 8 Minuten.

5) Aus Tafel I. und IV. folgert Hr. *v. Cassini* über das *jährliche Fortschreiten* der Magnetnadel folgendes:

"Vom Januar bis gegen den April nimmt in der Regel die westliche Abweichung zu. Gegen Anfang Aprils wird die Nadel jedes Mal rückgängig und die Abweichung nimmt ab, von Monat zu Monat, bis zur Sommer-Sonnenwende. Alsdann geht die Nadel wieder nach West, und immer findet sie sich gegen den Anfang des Octobers ungefähr eben da, wo sie im Anfange Mayes war; das fand wenigstens jedes Mal in den 6 Revolutionen Statt, welche ich beobachtet habe, wefshalb diese beiden Epochen sehr merkwürdig scheinen. Nach dem October fährt die Nadel fort nach Westen vorzuschreiten, beschreibt aber keinen so grofsen Bogen mehr, und gewöhnlich erreicht sie *in diesen* drey letzten Monaten das *Maximum* ihrer westlichen Abweichung, und ihre Schwankungen haben nur eine Gröfse von 5 bis 6 Minuten."

"Es scheint folglich, als habe der Stand der Sonne in der Ekliptik Einfluſs auf den Gang der Magnetnadel, denn meine Beobachtungen leiten auf das merkwürdige Gesetz, *dafs die Nadel zwischen der Frühlings-Nachtgleiche und der Sommer-Sonnenwende zurück geht, indefs sie in der übrigen Zeit in der Regel nach Westen vorrückt;* und da der Bogen, den sie in diesen letzten 9 Monaten durchläuft, viel gröfser ist, als der, um den sie in den 3 ersten zurück weicht, so entsteht daraus für das ganze Jahr eine Zunahme der westlichen Abweichung.... Es verdient gewifs alle Aufmerksamkeit, dafs die Winter-Sonnenwende und die Herbst-Nachtgleiche so zu sagen indifferent für die Magnetnadel sind, und sie in ihrem Fortrücken nach Westen nicht stören, indefs die Herbst-Nachtgleiche sie nach Osten zurück gehen macht, bis die Sommer-Sonnenwende sie wieder in ihren alten Gang zurück bringt."

§. 11. *Gilpin* stellte späterhin in den Zimmern der königlichen Gesellschaft in London eine Reihe Beobachtungen über die Abweichung und Neigung der Magnetnadel an, woraus die Resultate in folgende Tabellen eingeführt sind (siehe *Observations on the Variation, and on the Dip of the magnetic Needle, made at the Apartments of the Roy. Soc. between the years* 1786 - 1805 *inclusive by Mr. George Gilpin, F. R. S. Philos. Trans.* 1806, P. 2, p. 385 - 420):

Tafel I.

Abweichung der Magnetnadel.

1786, September										
Tag.	rmittags				Nachmittags					
	7	8	10	12	1	2	4	6	8	10
	23°	23°	23°	23°	23°	23°	23°	23°	23°	23°
1	7′	10′	18′	27′	29′	28′	20′	′	′	26′
2	9	10	14	20	21	21				14
3	7	8	11	20	23	24		11	10	10
4	9	9	16	22	23	23				12
5	9	10	16	22	23	22	16	11		
6	6	6	15	23	24	23		14		8
7	7	8		26	27	26	18	13		8
8	23	23	18	23	23	23		16	13	
9	7	9		24	26	26	20	17		15
10	15	16		28	28	26				14
11	9	14		25	25	24		17	14	14
12	3		15	26	18			17	17	16
13	5	6		25	26	23	21			13
14	4			19	22	26			15	14
15	8			20	23	23	19	14	13	13
16	8	10		20	22	22			12	9
17	8		15	24	28	28		16		10
18	6	7	13	19	19	20		18	15	14
19	5		11	18	23	23	20	18	15	15
20	8		11	21	23	24	16	15	14	12
21	12		14	19	23	23	15	15	14	14
22	11		14	20	23	23	18	16	13	13
23	5		8	22	22	23			12	11
24	3		11	20	23	24	20	15	12	11
25	7	9	15	20	23	23	21	17	11	10
26	5		14	21	24	26	22	14	11	10
27	8	10	17	24	26	27	21	14	10	9
28	5	6	13	17	19	19	20	18	15	5
29	10		19	27	28	25	16			16
30	9		21	24	24	24	20	16	21	10
31										

1786, October											
Tag.	Vormittags				Nachmittags						
	7	8	10	12	1	2	4	6	8	10	11
	23°	23°	23°	23°	23°	23°	23°	23°	23°	23°	23°
1	7′	9′	13′	21′	23′	′	′	′	10′	′	′
2	14		17	23	26	27	20	11	10	10	11
3	11		18	23	27	29	22	19	16	14	13
4	9		15	23	23	24	18	18	14		
5	9		14	23	25	25	21	17	14	13	12
6	9		14	24	24	24	21	14	14	10	11
7	8		11	20	23	23	19	17	15	15	15
8	9		15	23	23	22	17	16	16	16	16
9	8		14	20	23	24	20	17		15	15
10	10		15	26	26	26	20	17			14
11	10		12	23	25	26	23	18	16	15	15
12	7	8	13	23	25	25	20	17	15	14	14
13	8	8	15	23	27	31	29	24	19		
14	10	10	13	19	21	23	21	20	19	18	17
15	10	10	11	21	23	23	21		18	18	
16	8		13	28	31	33			17	16	16
17	10	11	14	20	22	23	19	19	18	18	
18		13	20	32	30	30	20	18	16	14	13
19	17	16	20	31	34	29	21	18	7	17	
20	15		23	33	34	26	25	19	17	17	
21	14		15	32	28	27	21	18	15	15	
22	10		16	23	23	23	19	17	16	16	
23	10	10	19	29	29	29	21	18	17	16	
24	10	10	12	20	24	25	23	18	16	15	
25	8	11	15	29	35	32	31	24	15	12	11
26	11	11	15	24	24	24	21	17		11	
27	10	10	14	22	25	25	18	15	13		
28	16		21	25	25	25	17	16	15	14	14
29	10	11	14	24	25	24	20	17	16	15	
30	14		17	25	30	31	26	20	16	14	
31	10		14	23	25	26	19	16	14	14	14

Tafel I.

Abweichung der Magnetnadel.																					
	1786, November											1786, December									
Tag.	Vormittags				Nachmittags							Vormittags			Nachmittags						
	7	8	10	12	1	2	4	6	8	10	11	8	10	12	1	2	4	6	8	10	11
	23°	23°	23°	23°	23°	23°	23°	23°	23°	23°	23°	23°	23°	23°	23°	23°	23°	23°	23°	23°	23°
1	13′	13′	19′	22′	24′	′	′	′	′	′	′	15′	16′	23′	23′	23′	20′	17′	15′	15′	′
2	10		11	19	21	20	19	17	15	14		14	14	17	19	19	19	17	15	14	
3	10	10	15	23	22	21	21	20	16	16		13	13	19	19	20	19	17	17	14	14
4	10	11	14	18	20	21	19	18	15	15	15	13	11	17	19	20	19	19	17	16	16
5	10	10	16	22	23	22	19	17	17	17	17	11	14	19	19	19	19	17	14	13	13
6	12	13	15	21	22	22	20	18	18	18	14	11	13	22				19	17	16	16
7	10		15	21	23	23	21	18	17	16		11	14	18	20	20	18	16			
8	11		17	25	25	25	22	19	16	13		14	14	18	19	20	19	16	14	15	
9	13		16	23	24	24	20	17		13	13	13	14	18	20	20	19	18	16	16	
10	11	11	14	21	22	22	20	16	15	13	13	14	15	18		20			15	14	
11	11	11	15	21	21	20	17	16	15	15	15	14	16	19	19	20	19	16	15	14	
12	11	11	15	20	21	20	17			15	15	14	15	18	20	20	18	17	15	14	14
13	13	13	17	23	21	23	21	18	16	15	15	14	14	18	21	22	20	19	15	14	
14	11	11	14	20	20	21	20	18	16	15	15	16	17	21	23	23	21	18			
15	16		22	24	23	22	20	17	16	15	15	17	18	23	24	24	22		18	16	
16	10		11	19	19	20	19	17		16		18	19	23	24	24	19	19	17	15	15
17	13		13	18	20	19	20	18	16	17		14	15	23	24	25	17	17	16	15	
18	15		14	20	20	22	28	18	16	14		14	20	24	26	26	23		16	16	
19	12	13	13	23	24	24	22	17	15	17		17	19	22	23	23			14	13	13
20	11	11	13	18	23	23	22	18	14	13	15	12	19	21	23	23	21	18	15	16	
21	12		18	21	21	21	21	19	16	16		16	24	21	22	22	19	15			
22	13		18	21	23	23	21	17	16	15	15	23	24	26	27	25	23		17	16	
23	13		16	22	24	24	23	18		14		16	15	19	19	20	19	16	15	15	15
24	13	14	14	19	21	21	19	16	14	14		13	15	21	23	23	22	18	17	17	17
25	14	14	15	21	22	22	21	18	17	16	16	17	17	24	25	25	21	16	13	14	
26		14	15	22	23	23	20	18	16	15	15	14	16	18	22	23	21	20	19	18	18
27	15	15	19	23	24	24	20		16	16		14	17	23	24	24				16	16
28		14	15	23					17	16		14	14	21	23	23				14	14
29	15	15	16	22	23	23	21	18	16	15		14	16	22	23	23	20	16	15	14	14
30	14	14	15				21		17	15	15	14	15	20	22	23	21	17	15	14	
31												15	15	22	24	24	21	20	19	16	

Die erste Tafel enthält die Abweichungen zu verschiedenen Stunden des Tages, wie sie unmittelbar durch Beobachtung gefunden worden sind, nachdem jedoch bey einer jedem im voraus 7′,4 abgezogen war, nämlich 2′ aus Mangel an Parallelismus zwischen der magnetischen und mathematischen Axe

Tafel I.

Abweichung der Magnetnadel.																						
	1787. Januar											1787. Februar											
	Vormittags				Nachmittags							Vormittags				Nachmittags							
Tag	7	8	10	12	1	2	4	6	8	10	11	7	8	10	12	1	2	4	6	8	10	11	12
	23°	23°	23°	23°	23°	23°	23°	23°	23°	23°	23°	23°	23°	23°	23°	23°	23°	23°	23°	23°	23°	23°	23°
1	′	15′	19′	23′	24′	24′	21′	16′	′	′	′	13′	12′	15′	21′	23′	23′	21′	20′	′	17′	′	17′
2		15	16	20	23	23	20	17	15	15		16	16	17	20	20	20	21	19	19	18		
3	14	14	15	20	21	21	19		14	14	14	16	16	21	22	24	25	31	27	19	14	14	
4	15	15	16	19	21	23	20	18	17	16	17	16	16	19	25	26	36	23	18	16	16		
5	14	14	15	19	24	24	22		15	14	14	16	16	17	22	25	25	24	18	16	14	14	
6		12	13	20	22	29	29		14	14	14	14	14	16	23	23	24	23	21	16	10		
7		14	15	22	26	24		19					16	18	27	26	24	24	17	16	10		9
8	14	14	16	21	24	24	21		17	15	16		17	16	21	25	25	20	16		14		
9	15	15	18	21	23	23	19	19	13	13	14	14	13	15	23	23	23	23	21	17	16		16
10		16	22	23	24	22	20	17	17	16		17	17	18	22	25	25	22	17	15	11	11	13
11		17	21	23	23	22	20	19				13	14	15	23	27	26	21	15	11	10	10	
12		19	20	20	25	28	23			16		15	16	14	23	22	23	21	19	18	16	16	
13	14	14	16	20	22	22	21	18	15	11		13	12	16	25	25	23	20	16	13	12	12	
14		14	20	28	28	28	25	19	14	13	14	11	11	14	22	23	23	30					
15		15	21	23	23	23	20	17	14	14		13	15	17	24	31	20	28	20		10		
16		13	16	23	23	22	19	14	14	13			16	17	24	25	25	23	21	18	17		
17		14	15	24	25	27	23	20	16	15			28	28	28	28	28	20	18		17		
18		13	14	21	25	25	20	16					16	17	22	24	24	24	19	16	16		
19		15	16	22	24	24	22	17	15	15		9	9	9	20	22	22	21	18	16	15		
20		14	15	24	24	24	21	17	14	15			12	12	25	27	28	29	20	15	10		
21		14	16	21	23	23	20	20	18	16			21	23	26	26	26	25		16	13		
22		15	16	21	23	24	21	16	14	14		12	11	19	21	24	23	23	16				
23		14	21	25	29	26	24	18	16	13		15	15	21			31	29		11	10	10	
24		13	18	23	25	26	24	19	18	14		14	14	17	23	26	29	25	18	14	13	13	
25		14	19	22	27	30	28	26				13	13	16	28	29	30	29	25		23		
26	14	14	22	27	28	29	22	22	21	21		23	23	23	24	24	23		19	16	12	12	
27		14	16	24	24	24	20	15	10	9		12	12	17	24	25	26	24	18	14	12		
28		10	16	21	24	24	23	18	15	14	14	14	13	14	21	22	22		15	9	14		13
29	13	14	16	24	24	24	23	23	20	18	17												
30	14	14	15	22	24	25	24	21	18	15	15												
31	13	14	15	24	24	24	23	18	15	13	14												

der Nadel und 5′,4 weil eine groſse Menge Beobachtungen gezeigt hatten, daſs die Abweichung im Saale 5′,4 gröſser gefunden wurden, als unter freiem Himmel, welcher Unterschied dem im Gebäude angebrachten Eisen beyzumessen ist.

Tafel I.

Abweichung der Magnetnadel.

Tag.	1787, März												1787, April											
	Vormittags				Nachmittags								Vormittags					Nachmittags						
	7	8	10	12	1	2	4	6	8	10	11	12	6	7	8	10	12	1	2	4	6	8	10	11
	23°	23°	23°	23°	23°	23°	23°	23°	23°	23°	23°	23°	23°	23°	23°	23°	23°	23°	23°	23°	23°	23°	23°	23°
1	13′	13′	17′	25′	27′	28′	22′	18′	′	11′	′	′	′	12′	12′	16′	24′	26′	28′	26′	21′	19′	19′	18′
2	11	11	15	23	24	24	20				12	12		7	7	20	32	35	37	36				
3	19	19	16	26	27	26	24	23	13	11	11			15	10	18	23	24	24	22	15	17	16	
4	12	12	15	29	28	29	26	20	15	15	15			9	10	15	24	25	25	22	16	11	16	17
5	11	12	14	19	25	26	23	16	17	17				10	10	15	25	26	26	22	19	18	18	18
6	10	11	16	26	36	26	21	22	15	12				14	14	16	23	30	30	23	18	13	15	13
7	14	13	15	26	26	26	25	23	19	7	8			9	9	12	23	28	29	24	19	13	12	13
8	12	13	12	25	26	26								10	10	12	23	29	30	24	19	15	15	15
9	13	12	14	28	29	29		21	19	18				8	8	15	26	30	31	29	22	18	17	17
10	15	15	16	26	27	27	20	18	18	18			8	7	8	14	23	27	28	26	22	16	16	16
11	12	13	14		26	27			17	16			8	7	8	12	21	28	29	24	18	15	15	16
12	12	11	14	24	28	28	24	20	11	13				7	7	10	17	27	28	23	16	12	11	12
13	17	17	18	31	31	31	21	14	12	12	13			11	11	13	19	26	27	23	17	16	17	16
14	12	12	20	26	26	26	18	18	18	18	19			8	8	13	21	23	28	19	15	14	14	14
15	19	19	22	28	28	27	19	18					9	8	8	13	23	30	29	19	16	14	13	13
16	12	12	15	25	26	26	19	18	18	16		19	18	18	18	21	29	30			16	16	17	
17	13	15	19	26	27	26	22	17	19	18	18			8	8	13	23	26	27	21	15	15	15	
18	8	8	11	31	33	33	22	20	16					7	8	12	24	26	26	23	24	15	15	15
19	9	8	11	26	28	28	21	16	14	15		14	9	8	10	13	23	26	25	19	20			
20	9	9	12	31	30	32	23	17	14	13		13	6	10	6	11	22	28	29	21	18	17	17	17
21	28	28	31	29	29	29	27	33	10	10		11	12	11	11	13	23	26	27	26	25	19	18	18
22	12	11	16	31	33	33	26	20	19	19	18			15	15	15	20	21	24	24	17	17	17	17
23	12	13	14	26	28	27	22	19	17	19	18		7	8	6	13	23	24	24	20	15	16	17	16
24	13	13	14	28	28	26	22	19	18	18	17		11	13	11	15	25	28	26	25	17	17	16	16
25	11	11	13	25	26	28	21	17	18	19	17			9	9	10	27	26	26	17	17	18	17	18
26	12	12	12	25	27	28	23	19	19	19	19			8	9	11	24	27	26	21	20			
27	15	14	14	28	28	27	22	19	18	17	17			11	10	19	30	32	32	17	18	18	17	
28	13	13	12	27	26	26	22	17	18	18			9	10	12	12	23	23	23	17	15	15	13	14
29	8	8	13	26	32	33	25	14		16	16			7	6	9	21	25	25	21	17	15		
30	11	10	14	25	28	29	23	19	17	16	17			13	13	15	25	28	27	20	15	14	15	14
31	8	8	13	23	27	26	24	18	15	17	16													

Die zweyte Tafel begreift die Mittelzahlen der vertikalen Columnen in der ersten Tafel, und stellt also *die Mittel der beobachteten Abweichungen* [...]nat für Monat nach den verschiedenen Stunden dar. Nach dieser Tafel [...] die Abweichung als stationär und in ihrem Minimum annehmen

Tafel I.

Abweichung der Magnetnadel.

1787, May

Tag	Vormittags					Nachmittags						
	6	7	8	10	12	1	2	4	6	8	10	11
	23°	23°	23°	23°	23°	23°	23°	23°	23°	23°	23°	23°
1	8′	8′	8′	16′	23′	26′	26′	22′	16′	16′	15′	16′
2	8	8	8	15	25	25	25	21	20	19	18	17
3	11	11	11	14	23	27	26	21	15			
4	6	5	6	13	28	29	29	23	17	16	16	16
5	7	8	7	11	25	26	26	21	17	15	15	16
6	9	7	7	17	28	27	28	25	18	17	18	17
7	9	8	8	13	25	28	28	21	19	19	9	14
8	7	8	7	17	25	26	26	22	17	13	15	14
9				18	30	30	30	26	20	19	19	20
10	2	4	3	23	32	30	27	18	18		17	26
11	6	6	6	11	24	23	24	20	17	17	16	17
12	9	8	8	11	23	24	24	20	17	16	17	17
13	6	5	5	11	24	25	25			15	14	13
14	11	10	6	10	38	38	31	27	26	18	17	17
15	13	11	11	13	25	26	26	16	19	18	17	19
16	8	8	9	14	22	25	25	23	24	23	26	24
17	10	11	10	13	17	22	21	17	17			
18	8	9	9	13	28	20	29	24	15	15	15	15
19	4	3	3	9	22		25	24	16	14	16	
20	9	7	7	11	22	5	25	19	19	19	19	18
21	10	10	11	14	26	30	27	26	23	22	22	21
22	10	11	10	13	26	27	27	21	15	14	16	15
23	10	9	9	14	24	26	26	21	15	16	16	17
24	6	6	6	12	24	25	25	16	16	16		
25	7	7	7	16	25	26	27	21	15	17	16	16
26	5	5	7	14	24	25	25	19	17	17	17	17
27	7	7	8	14	23	26	26			17	17	17
28	6	5	5	10	23	25	25	20	17	17	17	17
29	8	8	10	13	24	26	26	19	19	19	18	19
30	5	6	6	14	26	27	27	19	16	16	16	17
31	4	5	4	11	24	26	27	19	16	18	15	17

1787, Juny

Tag	Vormittags					Nachmittags						
	6	7	8	10	12	1	2	4	6	8	10	11
	23°	23°	23°	23°	23°	23°	23°	23°	23°	23°	23°	23°
1	8′	7′	7′	11′	26′	28′	28′	32′	17′	16′	18′	17′
2	6	6	6	17	24	25	25	20	19	17	18	17
3	6	6	6	18	28	28	27	24	20	18	19	18
4	6	5	7	13	24	26	25	21	19	16	15	16
5	6	6	5	16	29	28	29	22	19	17	16	17
6	7	6	8	17	29	30	30	24	19	19	16	15
7	5	5	5	13	25	30	30	27	22	17		16
8	7	8	8	19	28	28	28	27	20	16	15	16
9	18	17	19	21	26	26	26	19	17	17	17	17
10	16	15	16	20	24	26	26	22	19	18	19	19
11	6	7	6	16	28	27	27	20	19	19	18	19
12	6	6	6	15	28	29	29	26	19	19	19	19
13	6	5	6	13	25	27	27	23	20	19	19	19
14	6	6	7	14	26	30	31	24	20	16		16
15	3	5	5	10	28	31	32	25	20	20	20	20
16	6	5	6	15	28	31	33	26	17	17	16	18
17	8	8	10	11	28	31	30	25	18	19	16	17
18	9	8	10	16	29	31	31	26	18	18	18	17
19	6	5	5	13	26	27	27	24	17	17	18	17
20	14	13	14	21	21	32	32	24	19	17	16	18
21	8	9	8	18	26	29	29	24	19	19		18
22	11	11	10	18	29	29	29	24	19	18	19	18
23	8	8	10	18	26	26	26	20	19	19	19	19
24	6	6	6	16	23	28	29	22	19	19	19	19
25	19	19	19	19	28	28	29	21	19	18	18	18
26	8	7	7	15	23	23	23	18	18	19	18	18
27	9	11	9	14	28	30	29	18	18	18	18	18
28	10	9	11	19	26	28	26	19	16	17		
29	9	9	13	18	26	26	25	20	18	17	19	18
30	10	8	10	17	24	26	26	21	18	20	18	18

gegen 7 und 8 Uhr Morgens, und als stationär und in ihrem *Maximum* gegen 1 oder 2 Uhr Nachmittags. Diesem gemäfs ist in der dritten Tafel *die mittlere tägliche Abweichung* bestimmt worden als das Mittel aus den Beobachtungen, die zu diesen beiden Tageszeiten gemacht sind, und *die mittlere tägliche*

Tafel I.

Abweichung der Magnetnadel.

	1787, July											
	Vormittags					Nachmittags						
Tag	6	7	8	10	12	1	2	4	6	8	10	11
	23°	23°	23°	23°	23°	23°	23°	23°	23°	23°	23°	23°
1	9′	9′	11′	18′	26′	26′	25′	19′	16′	17′	16′	16′
2	9	10	9	15	29	29	28	22	17	16	17	17
3	5	5	7	13	27	27	27	22	17	17	16	17
4	8	7	11	17	28	30	29	22	19	16	16	17
5	8	7	8	11	28	30	30	21	17	17	18	17
6	7	7	8	22	25	27	27	21	19	20	18	19
7	8	6	7	16	27	28	28	22	18	18	18	18
8	6	7	8	15	25	27	27	21	18	18	18	19
9	7	8	7	15	25	27	27	22	20	20	20	20
10	5	5	5	15	24	24	24	23	20	20	20	20
11	7	7	8	17	26	27	27	26	23	19	19	19
12	5	5	7	14	30	33	33	23	21	20	19	19
13	10	10	10	17	30	30	30	24	19	19	19	20
14	10	10	11	19	28	29	30	23	20	17	18	18
15	11	11	13	20	28	29	29	22	20	18	21	18
16	10	11	13	18	25	29	27	24	23	23	23	23
17	8	6	8	21	30	35	36	25	18	19	20	19
18	9	9	11	14	25	29	29	26	19		18	19
19	9	8	11	19	25	29	29	25	20	19	20	20
20	9	9	10	20	28	29	29	25	20	21	20	20
21	7	8	8	20	29	30	30	25	19	18	20	19
22	8	10	8	19	29	30	30	24	20	18	22	19
23	15	17	16	16	28	30	30	26	23	22	23	22
24	8	8	8	16	28	31	33	27	21	21	22	21
25	13	16	14	18	28	31	33	20	20	20	20	20
26	14	14	14	15	26	30	31	24	21	21	22	21
27	14	14	15	23							20	20
28	14	15	14	26	30	30	31	23	19	19	21	20
29	16	16	16	21	31	32	31	20	18	18	19	19
30	13	12	13	23	30	30	32	26	19	18	19	18
31	12	11	12	22	29	30	30					

	1787, August											
	Vormittags					Nachmittags						
Tag	6	7	8	10	12	1	2	4	6	8	10	11
	23°	23°	23°	23°	23°	23°	23°	23°	23°	23°	23°	23°
1	8′	9′	13′	19′	38′	39′	39′	36′	23′	18′	17′	17′
2	7	8	17	21	31	31	31	24	19	19	18	19
3	9	8	19	18	28	34	35	24	19	18	19	17
4	11	13	12	18	31	31	31	23	19	19	21	19
5	13	12	11	15	28	33	32	26			19	20
6	11	10	12	17	26	31	33	27	21	21	21	20
7	10	11	10	16	25	30	33	28	21	20	20	21
8	9	9	10	17	30	32	32	29	21	21	19	21
9	11	13	12	17	30	31	30	25	19	19	19	20
10	13	12	14	22	31	33	34	29	18	16	19	16
11	10	14	11	20	32	32	32	26	15	15	15	17
12	15	13	14	20	28	31	30	25	19	19	19	19
13	8	11	10	17	29	30	30	24	19	19	19	19
14	10	10	10	20	30	31	31	23	19	18	17	16
15	10	10	9	19	38	38	25	29	20	19	19	20
16	13	14	12	21	33	35	33	29	19	19	19	19
17	8	7	9	18	29	30	30	25	20	19	18	18
18	7	7	8	21	28	29	29	28	21	19	17	19
19	8	8	9	20	31						19	19
20	21	21	20	29	35	34	31	27	19	19	21	20
21	21	20	21	29	34	33	32	24	19	21	19	20
22	13	13	14	17	27	29	29	35	20	18	19	19
23	13	12	13	17	29	30	30	24	19	17	18	18
24	11	11	13	17	29	30	29	23	21	19	21	22
25	21	20	21	25	31	31	31	22	19	19	20	19
26	12	14	13	18	28	30	30		18	19	19	18
27	14	14	15	21	29	29	29	21	17	18	18	18
28	12	12	13	18	29	30	30	25	21	19	21	
29	14	14	14	21	30	31	32	25	18	18	18	18
30	12	11	12	19	29	31	31	22	19	18	19	17
31	13	12	13	23	33	31	31	23	19	18	18	20

Veränderung der Abweichung als die Differenz dieser Beobachtungen. Die nämliche dritte Tafel enthält zugleich ähnliche Bestimmungen für verschiedene Monate um die Zeiten der Sonnenwenden und Nachtgleichen für die folgenden Jahre bis 1805.

Tafel I.

Abweichung der Magnetnadel.

Tag	1787, September												1787, October										
	Vormittags					Nachmittags							Vormittags				Nachmittags						
	6	7	8	10	13	1	2	4	6	8	10	11	7	8	10	12	1	2	4	6	8	10	11
	23°	23°	23°	23°	23°	23°	23°	23°	23°	23°	23°	23°	23°	23°	23°	23°	23°	23°	23°	23°	23°	23°	28°
1	13′	14′	14′	23′	33′	31′	35′	26′	20′	21′	20′	20′	17′	17′	23′	32′	32′	33′	29′	21′	21′	21′	′
2	13	13	14	21	31	32	32		21	20	20	20	19	19	19	30	30	30	26	21	20	20	
3	14	14	14	22	33	33	32	26	21	20	21	19	18	18	24	30	33	33	23	21	21	21	21
4	13	13	15	19	29	31	31	25	19	21	20	20	14	14	21	30	33	33	25	21	21	12	
5	14	13	14	18	29	30	30	26	21	17	19	19	18	17	25	31	35	34	31	17	13	14	13
6	14	14	15	21	29	31	31	28	21	19	19	21	15	15	19	29	31	31	27	21	19	19	20
7	19	19	20	26	33	35	34	31	21	16	17	17	15	15		30	31	31	27	22	1	21	
8	15	16	15	21	28	30	29	24	18	17	17	17	15	15	22	30	30	30	26	20	0	20	
9	15	16	16	21	30	30	29		20	18	19	19	14	14	19	29	31	33	27	21	0	21	
10	14	14	14	22	30	30	30	23	19	18	18	18	15	16	21	33	34	34	30	21	21	21	
11	13	14	14	21	29	29	29	22	19	20	19	18	19	17	26	33	34	33		25	21	19	
12	12	11	14	18	30	30	29	23	18	18	19	19	16	17	23	30	31	30	26	23	22	23	
13	13	15	14	18	29	30	30	22	19	19	19	19	18	16	18	29	29	39					
14	14	15	15	21	30	30	30	25	20	19	18	20	21	21	27	31	32	32		23	20	20	
15	15	14	14	20	32	33	33	26	19	19	20	19	16	15	19	28	31	31	28	21	2	20	
16	13	13	15	21	36	35	36	23	18	19	19	18	16	16	18	27	28	28	27	24	24	23	
17	16	14	20	18	28	36	36		23	19	20	20	15	18	16	26	26	26	26	23	24	21	
18	19	20	15	23	35	31	33	26	22	21	21	20	17	17	17	28	26	21	37	21	20	20	
19	16	16	16	21	37	29	29			20	19	20	17	16	21	26	38	28	27	24	22	22	
20	16	18	14	23	27	29	28	23	21	19	20	20	17	17	18	29	29	29	26	19	20	19	
21	16	16	14	21	28	30	28	24	21	20	18	19	16	16	18	29	30	30		22	19	21	
22	17	17	13	22	29	28	28	23	21	20	19	20	18	17	18	31	33	32			20	20	
23	16	16	14	21	28	29	29	31	18	18	18	18	17	16	19	30	30	29	23	21	19	20	
24	18	17	15	22	29	31	31	26	20	20	21	19	18	19	20	33	33	31	33	23	21	17	
25	18	19	14	26	31	32	29	25	21	20	20	21	23	18	23	37	38	37	34	23	23	22	
26	17	17	13	21	28	27	27	21	17	16	16	16	21	22	26	35	37	35	28	22	24	25	
27	16	16	14	20	29	30	30	26	22	18	20	19	26	28	27	35	35	33	28	22	21	22	
28	15	14	19	13	26	28	27	22	19	19	19	19	19	18	24	34	35	33			21	20	21
29	13	13	17	20	27	28	28	26	22	21	21	21	18	18	21	34	35	35	24	21	22	21	
30	14	13	17	16	31	30	31	29	23	21	21	22	18	18	23	35	35	35	28	22	22	21	22
31													16	15	19	32	34	34	29	29			

Die vierte Tafel zeigt die Unterschiede zwischen der Abweichun der Nadel zu den Zeiten der Nachtgleichen und der Sonnenwenden, aus der dritten Tafel genommen. So war die Abweichung 1786 im Sept. = 23° 16′,4, im Dec. = 23° 18′,3; 1787 im März = 23° 20′,5, im Juny = 23° 18′,3.

Tafel I.

Abweichung der Magnetnadel.

1787, November											
	Vormittags				Nachmittags						
Tag.	7	8	10	12	1	2	4	6	8	10	11
	23°	23°	23°	23°	23°	23°	23°	23°	23°	23°	23°
1	21′	20′	21′	30′	30′	28′	27′	22′	18′	20′	′
2	17	20	20	28	31	28	26	22	20	22	23
3	20	20	21	27	37	35	31	22	23	22	
4	18	18		35	36	35	28	21	22	22	21
5	17	18	21	35	35	35	32	24	21	18	
6	18	18	19	35	35	33	30	22	21	20	20
7	17	17	19	30	33	33	26	20	22	20	21
8	17	17	19	30	33	33	26	20	22	20	21
9	17	18	20	30	33	33	31	31		22	
10	18	17	19	31	33	33	31	28	22	22	23
11	20	20	21	31	34	35	32		20	22	22
12	18	20	19	28	31	32	28	22	21	22	
13	18	19	19	28	29	30	28	22	21	21	22
14	18	18	20	28	29	29	25	22	21	22	22
15	20	19	20	28	28	28	27	25		23	23
16	19	19	20	27	26	28	26	19	17	20	20
17	20	19	20	26	28	27	25	21	20	21	20
18	19	19	20	29	29	29		25	24		
19	22	23	23	31	32	31	31	26	22	22	21
20	23	22	23	31	33	32	29	22	21	21	22
21	21	23	23	28	29	29	26	22	21	22	23
22	21	20	21	31	29	30	29	23		22	22
23	21	21	21	29	28	29	26	22	23	22	
24	22	20	21	30	31	30	26	22	22	20	21
25	22	22	22	30	30	30			22	21	
26	20	21	21	30	29	31	26	22	23		
27	21	22	21	28	30	29	26	23	23	22	
28	19	21	20	26	27	27	26	23	22	23	
29	21	20	21	31	31	29	25	23	22	22	
30	22	21	23	31	34	33	28	22	21	22	
31											

1787, December											
	Vormittags				Nachmittags						
Tag.	7	8	10	12	1	2	4	6	8	10	11
	23°	23°	23°	23°	23°	23°	23°	23°	23°	23°	23°
1	21′	21′	20′	29′	31′	30′	28′	22′	23′	22′	22′
2	20	21	21	31	31	31	27	23	22	21	22
3	21	20	21	30	31	29	26	22	22	23	
4	21	22	22	30	31	31			22	21	
5	18	20	21	28	31	26	26	22	21	23	
6	22	22	23	29	29	30	28	24	23	21	
7	21	21	22	28	30	29	26	23	23	22	22
8	20	21	21	26	28	29	29	26	22	22	
9	22	20	21	26	31	30	26	26	21	22	
10	21	21	21	29	29	29	25	23	21	22	21
11	18	21	22	28	29	31	28	21	23	21	
12	20	20	21	33	33	33	31	24	24	19	
13		21	21	28	31	30	27	25		22	
14	21	21	26	30	31	33				22	
15	20	22	22	30	31	30	27	21	23	20	
16		22	29	31	28	31		25	22	22	
17		22	23	31	33	33		23	22	23	21
18		21	20	28	29	29	28	23	24	22	
19		19	22	29	28	27	25	23	22	23	
20		21	24	28	30	29	26	24	24	24	
21		23	26	29	29	29	25	22	22	22	
22		21	21	24	26	24	22	25	20	19	
23		19	21	24	24	24		20	20	19	
24		20	20	29	30	29	24	24	22	22	
25		22	20	28	28	28	26	22	20	21	
26		22	22	29	33	29	26	22	23	22	
27		22	21	24	26	26	23	21	21	21	
28		21	21	25	25	26	24	23	20	21	
29		20	20	23	22	25	25	20	20	21	
30		21	21		25	30	29				
31		21	20	29	26	28	25	22	22		

Hieraus ergeben sich folgende Bewegungen der Nadel: Sept. bis Dec. + 1′,9, Dec. bis März + 2′,0, März bis Juny — 2′,0 u. s. w. Hiedurch wird die von *Cassini* ausgemittelte Regel bestätigt, *daſs die Nadel in den drey Vierteljahren vorwärts nach Westen schreite, aber um die Frühlingsnachtgleiche*

Digitized by Google

Tafel II.

Mittlere monatliche Abweichung der Magnetnadel.

1786.	Vormittagsstunden					Nachmittagsstunden						
	6	7	8	10	12	1	2	4	6	8	10	11
	23°	23°	23°	23°	23°	23°	23°	23°	23°	23°	23°	23°
Septbr.		7′,9	10′,1	14′,5	22′,2	23′,7	23′,9	19′,0	15′,3	13′,5	12′,4	
Octbr.		10,4	11,3	15,2	24,4	26,1	26,1	21,1	17,7	15,6	14,5	13′,8
Novbr.		12,2	12,5	15,3	21,6	22,5	22,0	20,3	17,6	15,9	15,1	14,7
Decbr.			14,5	16,1	20,6	22,0	22,2	20,0	17,4	15,8	15,0	15,0
1787.												
Januar		14,0	14,2	17,1	22,3	24,1	24,5	21,8	18,4	15,6	14,5	14,8
Febr.		14,2	15,1	17,1	23,3	24,8	25,1	23,6	18,8	15,3	15,8	12,8
März		12,8	12,8	15,3	26,5	27,7	27,8	18,4	19,0	15,9	15,5	15,7
April	9′,7	9,9	9,7	13,9	23,6	27,0	27,4	22,6	17,8	15,7	15,7	15,6
May	7,6	7,5	7,4	13,5	25,2	26,6	26,2	21,0	17,7	17,1	16,8	17,0
Juny	8,4	8,2	8,8	16,0	26,6	28,1	28,1	22,6	18,7	17,9	17,8	17,7
July	9,5	9,6	10,3	17,8	27,6	29,3	29,4	23,2	19,4	18,9	19,3	19,1
August	11,9	12,0	12,8	19,7	30,3	31,7	31,5	25,6	19,3	18,7	18,9	18,8
Septbr.	15,0	15,1	15,3	20,2	29,8	30,7	30,5	24,7	20,1	19,1	19,2	19,2
Octbr.		17,5	17,3	21,1	30,8	31,9	31,6	27,4	21,9	20,8	20,2	19,6
Novbr.		19,4	19,7	20,6	29,7	31,1	30,2	27,7	22,7	21,4	21,3	21,4
Decbr.		20,4	21,0	21,8	28,2	29,0	29,0	26,2	22,9	21,9	21,6	

(im März) rückgängig werde, bis sie zu Ende Junys wieder ihre Wanderung nach Westen anfange. Doch ersieht man zugleich, daſs sie im letzten Vierteljahre (von Sept. bis Dec.) ziemlich oft nach Westen gerückt ist und daſs ihr stärkstes Fortschreiten nach Westen zwischen der Sommersonnenwende und der Herbstnachtgleiche (zwischen Juny und Sept.) zu erfolgen scheint.

Merkwürdig ist es, daſs die tägliche Veränderung im Juny und July nach Tafel III., die im Jahre 1787 = 19′,6 ist, in den folgenden Jahren ziemlich regelmäſsig bis in die Jahre 1795 oder 1796 abnimmt, da sie ungefähr 9′ ist, also nur halb so groſs, wie 1787, und hierauf wieder bis 1805 zunimmt, da sie zwischen 11 und 12′ ist. Sollte man hieraus vielleicht eine Periode von 18 bis 19 Jahren vermuthen? *Ritter* hat gezeigt*), daſs die Nordlichter eine solche Periode haben, daſs nämlich das Maximum der Nordlichter allemal

*) Gilberts Annalen d. Phys. Jahrg. 1803, B. 25, St. 2, S. 206.

Tafel III.

Mittlere monatliche Abweichung und tägliche Veränderung.												
Jahr.	Januar.		Februar.		März.		April.		May.		Juny.	
	Wahre Abw.	Tägl. Veränd.	Wahre Abw.	Tägl. Veränd.	Wahre Abw.	Tägl. Veränd.	Wahre Abw.	Tägl. Veränd.	Wahre Abw.	Tägl. Veränd.	Wahre Abw.	Tägl. Veränd.
1786												
1787	23°19′,2	10′,2	23°19′,8	10′,4	23°20′,3	15′,0	23°18′,5	17′,4	23°17′,0	18′,9	23°18′,3	19′,6
1788	23 25,6	8,7									23 28,9	18,8
1789											23 34,2	17,1
1790	23 38,9	8,4										
1791	23 35,6	6,8					23 36,0	15,0				
1791	23 41,1	5,4							23 41,9	11,5		
1793	23 46,9	4,3	23 48,3	4,6	23 48,8	8,5	23 46,2	11,7	23 47,3	10,4	23 48,5	12,6
179[illegible]	23 54,2	4,5										
1795					23 57,5	9,8					23 57,1	9,4
1796					24 1,1	7,0					23 58,7	9,8
1797					24 1,5	7,4					24 0,3	11,6
1798					24 0,6	7,2					23 59,4	11,2
1799					24 1,1	7,5					24 0,6	10,8
1800					24 3,6	6,9					24 1,8	10,9
1801					24 5,2	8,8					24 2,8	10,8
1802					24 6,9	9,5					24 5,3	10,7
1803					24 8,0	11,8					24 7,0	12,6
1804					24 9,4	10,0					24 6,0	11,3
1805					24 8,7	8,1					24 7,8	12,5

mit der mittleren Schiefe der Ekliptik zusammenfällt. Er sagte daher ein solches Maximum für 1806 voraus, welches auch wirklich eintraf, wie auch ein ähnliches im Jahre 1816. Die genaue Verbindung zwischen dem Nordlichte und den magnetischen Kräften der Erde ist aus dem Obigen augenscheinlich, und soll im zweyten Theile dieses Werkes, wie ich hoffe, völlig bewiesen werden. Unwahrscheinlich ist es also nicht, daſs sich in den täglichen Oscillationen der Magnetnadel eine mit der Nutationsperiode der Erdaxe zusammenfallende Periode finden läſst. Nun trifft bekanntlich die mittlere Schiefe der Ekliptik ein, wenn der aufsteigende Knoten der Mondbahn die Länge von 3 oder 9 Zeichen hat. Die Länge des Knotens war

Digitized by Google

Tafel III.

Jahr.	Mittlere monatliche Abweichung und tägliche Veränderung.											
	July.		August.		September.		October.		November.		December.	
	Wahre Abw.	Tägl. Veränd.	Wahre Abw.	Tägl. Veränd.	Wahre Abw.	Tägl. Veränd.	Wahre Abw.	Tägl. Veränd.	Wahre Abw.	Tägl. Veränd.	Wahre Abw.	Tägl. Veränd.
1786					23°16′,4	14′,8	23°18′,4	15′,3	23°17′,3	9′,9	23°18′,3	7′,6
1787	23°19′,6	16′,6	23°21′,9	19′,4	23 22,8	15,5	23 24,5	14,3	23 25,0	11,1	23 25,8	8,3
1788	23 29,8	16,4					23 32,1	14,6				
1789											23 41,2	5,4
1790	23 39,0	15,4										
1791	23 36,7	15,2										
1792			23 43,6	12,7	23 43,9	11,1	23 45,6	8,9	23 45,9	3,7	23 45,2	3,1
1793	23 50,5	12,5	23 48,6	12,1	23 52,6	9,8	23 52,3	7,0	23 51,9	3,8	23 52,3	3,8
1794	23 54,4	11,2	23 57,2	9,8	23 58,1	8,4						
1795	23 57,1	8,4			24 0,4	7,6					23 59,4	3,6
1796	23 59,2	10,1			24 0,1	8,3					24 1,3	4,9
1797	24 0,3	10,1			24 1,4	7,8					24 1,3	5,0
1798	24 0,0	10,0			24 1,4	9,4					24 1,4	2,7
1799	24 1,8	10,4			24 2,9	7,8					24 2,3	3,4
1800	24 3,0	9,2			24 3,6	7,7					24 3,3	3,1
1801	24 4,1	10,3			24 3,8	10,1					24 5,4	2,5
1802	24 6,0	12,3			24 8,7	8,9					24 6,8	3,8
1803	24 7,9	13,1			24 10,5	9,5					24 10,6	3,0
1804	24 8,4	10,4			24 8,9	9,3					24 9,0	3,7
1805	24 7,8	10,4			24 10,0	9,3					24 9,4	4,6

5 Zeichen

im März 1741
Nov. 1759
Juny 1778
Jan. 1797

9 Zeichen

im July 1750
Febr. 1769
Oct. 1787
May 1806

Vergleichen wir hiermit nun die in den vorigen §§. angeführten Beobachtungen über die Gröſse der täglichen Schwingungen der Magnetnadel, so finden wir, daſs *Hiorter*, dessen Beobachtungen in Upsala zwischen 1740 und 1746 fallen, diese täglichen Schwingungen im Mittel zu 5′ bisweilen etwas mehr, bisweilen etwas weniger angiebt. Da er den Einfluſs nicht beachtet

Tafel IV.

Unterschied zwischen der Abweichung an den beiden Nachtgleichen und Sonnenwenden.				
Jahr.	Dec. - März	März - Juny	Juny - Sept.	Sept. - Dec.
1786				+ 1′, 9
1787	+ 2′, 0	— 2′, 0	+ 4′, 5	+ 3, 0
1793	+ 3, 6	— 0, 3	+ 4, 1	— 0, 3
1795		— 0, 4	+ 3, 3	— 1, 0
1796	+ 1, 7	— 2, 4	+ 1, 4	+ 1, 2
1797	+ 0, 2	— 1, 5	+ 1, 2	— 0, 1
1798	— 0, 7	— 1, 2	+ 2, 0	0, 0
1799	— 0, 3	— 0, 3	+ 2, 3	— 0, 6
1800	+ 1, 3	— 1, 8	+ 1, 8	— 0, 3
1801	+ 1, 9	— 2, 4	+ 1, 0	+ 1, 6
1802	+ 1, 5	— 1, 6	+ 3, 4	— 1, 9
1803	+ 1, 2	— 1, 0	+ 3, 5	+ 0, 2
1804	— 1, 3	— 3, 4	+ 2, 9	+ 0, 1
1805	— 0, 3	— 0, 9	+ 2, 2	— 0, 6
Mittel*)	+ 0′,90	— 1′,48	+ 2′,58	+ 0′,25

hat, welchen die Jahrszeiten auf die Gröſse der Schwingungen haben, so läſst sich annehmen, daſs obige Angabe ungefähr eine Mittelzahl der Sommer- und Winter-Oscillationen sey, daſs also die Sommer-Oscillationen etwas gröſser gewesen sind als 5′. *Wargentin* giebt für den Febr. 1749 die Gröſse der Schwingungen in Stockholm zu 10′, 12′ ja 15′ an; im Juny mögen sie wohl daselbst noch gröſser gewesen seyn. Nach *Canton* waren sie in London im Juny 1757 etwas über 13′; nach *Wilcke* in Stockholm in den Jahren 1772, 1773 und 1774 um die Sommer-Sonnenwende zwischen 8′ und 9′; nach *Cassini* zu Paris in der nämlichen Jahrszeit 1784 und 1785 etwa 11′$\frac{1}{2}$ und 1786, 1787 und 1788 etwa = 15′. Dieses, zusammengehalten mit *Gilpins* Beob-

*) Gilpin hat in dieser Tafel die Jahre 1786 und 1787 ausgelassen und dadurch folgende Mittelzahlen erhalten: Dec.-März + 0′,80, März-Juny — 1′,43, Juny-Sept. + 2′,43, Sept.-Dec. — 0′,14.

achtungen in obiger Tafel III. macht es nicht unwahrscheinlich, dafs die täglichen Oscillationen in denjenigen Jahren gröfser gewesen sind, da der Mondbahn aufsteigender Knoten in 9 Zeichen, als in denjenigen, da er in 3 Zeichen war, obzwar die Verschiedenheit der Beobachtungsorte und Instrumente diese Vergleichung weniger zuverläfsig machen.

§. 12. Die neuesten Beobachtungen über diesen Gegenstand sind vom Herrn *v. Humboldt* in Rom und Berlin mit dem Pronyschen Instrumente (beschrieben in *Gilberts* Annal. d. Phys. B. XXVI. S. 275) angestellt worden. Hievon hat man meines Wissens keine andere Nachricht, als aus zween Privatbriefen, deren einer an Oberbergrath *Karsten* in Berlin, dat. Rom d. 22 Juny 1805, der andere an Prof. *Erman*, dat. Berlin d. 21 Dec. 1806, gerichtet ist (beide siehe in *Gilberts* Ann. d. Phys. B. XXIX. S. 425-429). In jenem heifst es: "Ich bin hier mit neuen Versuchen über die stündliche Variation vermittelst einer *lunette aimantée*, die an einem Faden hängt, beschäftigt. Dieses Pronysche Instrument giebt eine Genauigkeit von 20 Secunden, und ich habe damit, statt der von *Cassini* beobachteten beiden täglichen Bewegungen, *vier* regelmäfsige magnetische Ebben und Fluten entdeckt, fast wie die stündlichen Oscillationen des Barometers, über welche sie in meinem Naturgemählde der Tropen viel lesen werden".

Im zweyten Briefe sagt *Humboldt:* "Gegen 10 Uhr (d. 20 Dec. 1806) bemerkten wir (Hr. *Oltmanns* und ich) in N. N. O. einen Lichtbogen, der 2° 38′ Breite und eine gelblich rothe Farbe hatte. Der ganze Himmel war wolkenlos und azurblau. Der Stand des Mondes hatte keinen Einfluſs auf das Phänomen; es war weder ein Hof noch ein Regenbogen. Man erkannte durch das gelbe Licht des Bogens hindurch Sterne sechster Gröfse. Das Maximum der Convexität (der höchste Punkt des Bogens) war etwas westlicher als die Vertikalebene durch die magnetische Abweichung; die Höhe dieses Punktes 9°; die Oeffnung des Bogens 74° 40′. Dieses seltene Nordlicht dauerte bis 14 Uhr und veränderte während dieser Zeit ein wenig seine Stelle".

"Höchst merkwürdig war der Einfluſs dieses Lichtmeteors auf die Magnetnadel. Die Veränderungen in der Abweichung, welche Nachts gewöhnlich nur 2′ 27″ bis 3′ 0″ betragen, stiegen während des Nordlichts auf 26′ 29″;

[illegible] nämlich

[illegible] Tage [illegible]

[illegible] Minuten [illegible]

[illegible] grössten [illegible]

[illegible] Mal

[illegible] Abweichung mehr

[illegible] Nacht gerade

[illegible] Nördlicher

[illegible] haben, weil [illegible]

[illegible] Beobachtungen sich [illegible]

[illegible] Stunden [illegible]

[illegible] tägliche [illegible]

[illegible] ohne Zweifel

[illegible] Erdkugel. [illegible]

[illegible] nämlich gefunden,

[illegible] Mittags westwärts, hierauf [illegible]

[illegible] stille steht. Dieses streitet

[illegible] Folge das Maximum Abends um

[illegible] Beobachtungen [illegible] angeführten Orte [illegible]

8 Uhr eintrifft. Diese Verschiedenheit in den Stundenangaben kann unmöglich von dem Zeitunterschiede der beiden Beobachtungsorte herrühren; denn dieser beträgt zwischen Paris und Holmenshafen nicht mehr als etwa 1 Stunde 40 Minuten*).

II. Könnte gleich der große Unterschied zwischen den Epochen und der Größe der täglichen Oscillationen der Magnetnadel in Island und im übrigen Europa, womit uns die obigen Beobachtungen *Löwenörns* bekannt gemacht haben, wie auch die Kürze der Zeit, in welcher die Beobachtungen angestellt wurden, einigen Zweifel an der Richtigkeit der Resultate erregen, so werden sie doch auf das merkwürdigste durch eine beynahe gleichzeitige Reihe von Beobachtungen bestätigt, welche der Missionär Hr. *Andreas Ginge* auf der Colonie *Godthaab* in Grönland (Breite 64° 10′, Länge 325° 52′ ö. Ferro) in den Jahren 1786 und 1787**) anstellte. Das Instrument, dessen er sich hiebey bediente, wurde ihm nebst mehreren meteorologischen Instrumenten durch *Bugges* Verwendung von Mannheim aus geschickt. Nach einer längs den Klippen abgelegten und mittelst correspondirender Sonnenhöhen oft geprüften Mittagslinie wurden zuerst die Absehen des Compasses gestellt, wornach die Nadel die Abweichung = 51° 1′ W. angab. Hierauf setzte man den Compaſs augenblicklich auf einen an der östlichen Seite der Kirche von Godthaab aufgemauerten Steinpfeiler, auf welchem neulich Thon mit Kalk vermischt gelegt worden war, und das Instrument erhielt eine solche Stellung, daſs die Nadel wieder auf 51° 1′ wies. Da Thon und Kalk trocken waren, stand somit der Compaſs unerschütterlich. *Ginge* trug hierauf in einem Journal die zu bestimmten Zeiten des Tages angestellten Beobachtungen über die Abweichung der Nadel ein, wie auch, welchen Einfluſs es auf die Nadel hatte, wenn sich Nordlichter am Himmel zeigten. Angeführten Ortes hat *Ginge* einen Auszug dieses Tagebuches vom 21 Oct. 1786 bis 7 April 1787 mitgetheilt,

*) Träfe nämlich das Maximum der täglichen Abweichung über die ganze Erde in einem und demselben absoluten Augenblicke ein, so würde es sich, da Holmenshafen westlich von Paris liegt, dort Uhr 0 20 Min. Nachmittags einstellen, wenn es in Paris Uhr 2 Nachmittags einträte. H.

**) Dansk Vidensk. Selsk. Skr. Nye Saml., 3 Deel, S. 531.

dieses ist in unsern Beobachtungen ohne Beispiel. Dabey fand kein magnetisches Ungewitter Statt; die Schwankungen waren nicht besonders stark; und, was sehr auffallend ist, das Nordlicht, welches in N. N. W. stand, stiefs den Nordpol der Nadel ab; denn statt nach Westen fortzuschreiten, ging die Nadel vielmehr nach Ost zurück. Die Abweichung war am kleinsten um 9^u 12', ungefähr um die Zeit, als der Bogen am hellesten war; die Unregelmäfsigkeiten in ihr fingen aber schon um 6^u an, und hörten auf um 12^u. Die übrigen 8 Stunden der Nacht hindurch verhielt sich die Abweichung wie gewöhnlich, das heifst, sie hatte die verlornen 26' 29'' wieder gewonnen."

"Die Intensität der magnetischen Kraft war während des Nordlichts kleiner als nachher. Es wurden 21 Schwingungen vollendet:

während des Nordlichts in	1' 58'',0 1 57 ,5 1 57 ,7	1' 57'',73
diesen Morgen unter gleichen Umständen	1' 57'',3 1 57 ,0 1 57 ,2	1' 57'',17."

§. 15. Die bisher angeführten Beobachtungen über die täglichen und jährlichen Bewegungen der Magnetnadel in Stockholm, London und Paris haben sowohl in Ansehung der Gröfse der Oscillationen als der Zeit des täglichen Maximum und Minimum sehr nahe übereingestimmt. Der einzige Unterschied scheint zu seyn, dafs die unregelmäfsigen von Nordlichtern herrührenden Bewegungen in Stockholm beträchtlich gröfser waren als an den beiden andern südlicher gelegenen Oertern. Alle diese Beobachtungen können auch hinsichtlich der Gröfse der ganzen Erdoberfläche fast als auf einem und demselben Punkte angestellt betrachtet werden. *Um die Ursachen dieser Bewegungen auszumitteln, würde es also sehr wichtig seyn, die Gröfse und Beschaffenheit dieser Schwingungen an mehreren weit von einander abgelegenen Oertern der Erde in der Nähe der magnetischen Pole sowohl in der nördlichen als südlichen Halbkugel, sowohl wo die Abweichung östlich als wo sie westlich ist, zu untersuchen.* Aber von solchen Beobachtungen außerhalb Europas hat man leider nur wenige, und diese sind noch obendrein in keiner so langen Reihe von Jahren fortgesetzt, noch unter so günstigen Umständen angestellt,

dafs sie sich als völlig genügend betrachten liefsen. Folgende sind die wichtigsten.

I. *Löwenörn* stellte im Jahre 1786 vom 27 May an bis 23 Juny mit einem von Prof. *Lous* angegebenen Instrumente im *Holmenshafen* auf Island (64° 9′ N. B. 34° 27′ Länge W. Kopenhagen) eine Reihe Beobachtungen über der Magnetnadel tägliche Wanderungen*) an. Das Instrument wurde in einem Häuschen auf einer Insel im Hafen, Namens *Oerfars Insel*, aufgestellt, und Beobachtungen damit alltäglich vier Mal angestellt, so oft Witterung und anderweitige Geschäfte *Löwenörn* auf der Insel zu landen erlaubten. Sie sind in folgender Tafel enthalten.

1786.	Abweich. um 8 Uhr Vormitt.	Untersch. von 8 U. bis Mittags.	Abweich. des Mittags.	Untersch. v. Mittag bis 4 U. Nachm.	Abweich. um 4 Uhr Nachm.	Untersch. von 4 Uhr bis 8 Uhr.	Abweich. um 8 Uhr Nachm.	Gröfste tägliche Veränd.
May 27			42° 25′	+ 0° 50′	43° 15′	+ 0° 15′	43° 30′	1° 5′
28	42° 45′	+ 0° 35′	43 20	− 20	43 0	+ 12	43 12	0 35
29	42 53	− 23	42 30	+ 41	43 11	+ 9	43 20	50
30	42 25	− 15	42 10	+ 1 10	43 20	+ 23	43 43	1 33
31	43 0	− 10	42 50	+ 0 3	42 53	+ 48	43 41	0 51
Juny 1	42 40						43 41	1 1
3	42 55	+ 5	43 0	− 10	42 50	+ 22	43 12	0 22
4	42 40	− 28	42 12	+ 26	42 38	+ 20	42 58	46
5	42 50	+ 1	42 51	+ 4	42 55	+ 15	43 10	20
6			42 14	+ 27	42 41	+ 12	42 53	39
7			42 2	+ 48	42 50	+ 10	43 0	58
8	43 5	+ 10	43 15	− 5	43 10	− 5	43 5	10
9	43 0	− 5	42 55	− 25	42 30	+ 50	43 20	50
10	43 0	+ 10	43 10	+ 2	43 12	+ 3	43 15	15
11	43 10	− 30	42 40	+ 12	42 52	+ 30	43 22	42
12			43 30	− 40	42 50	+ 22	43 12	40
13			42 40	+ 45	43 25	− 10	43 15	45
14	43 20	− 19	42 51					29
15	43 6	− 2	43 4				43 8	4
16	43 5	+ 13	43 18	+ 2	43 20	+ 5	43 25	20
17	43 0	+ 13	43 13	− 28	42 45	+ 30	43 15	30
18	42 50	− 10	42 40					10
19	42 17	− 17	42 0	+ 1 15	43 25	+ 5	43 30	1 30
20	42 52	+ 8	43 0	+ 0 25	43 25			0 33
21	43 5	− 25	42 40				43 0	25
22			43 0					
23	42 40	+ 5	42 35					5

*) Nye Samling af det Kongl. Danske Vidensk. Selsk. Skrifter, 5 Deel, S. 314 und Sv. Vet. Acad. nya Handl., Tom. IX. för År 1788, S. 65.

Zur Nachtzeit hat *Löwenörn* nur zween Beobachtungen gehabt, nämlich den 3 May um Mitternacht, da die Nadel 43° 30′ zeigte, und den 12 Juny um 4 Uhr des Morgens, da sie auf 42° 30′ wies*). Aus dieser Tafel ist sonach zu ersehen, daſs die tägliche Wanderung der Magnetnadel überaus unregelmäſsig war. Die westliche Abweichung scheint Abends um 8 Uhr am gröſsten gewesen zu seyn, doch mag dieses Maximum leichtlich etwas vor oder nach obgedachter Stundenzeit eingetroffen seyn, wie sich denn dies nicht entscheiden läſst, da die Stellung der Nadel weder von 4 bis 8 noch nach 8 Uhr beobachtet worden ist. Zwischen 8 Uhr des Morgens und des Mittags hat die Abweichung wechselnd zu- und abgenommen, so daſs das Minimum eben so oft um die erst als um die letzt angegebene dieser Stundenzeiten eingetroffen ist. Von Mittags an bis 4 Uhr Nachmittags hat sie öfter zu- als abgenommen. Noch fügt *Löwenörn* folgende zween Bemerkungen hinzu: 1) Es scheint ziemlich gewiſs, daſs *der Nadel tägliche Wanderung in so groſsen Breiten gröſser ist als weiter vom Pole.* In der kurzen Zeit, da er beobachtete, geschah es, daſs unter den 21 einiger Maſsen vollständigen d. h. 3 bis 4 Mal des Tages vorgenommenen Observationen an vier Tagen die Abweichung mehr als 1 ja bis 1½ Grad (wohl möglich, daſs diese Variation bey Nacht gar noch gröſser gewesen ist), oftmals 40 bis 50 Min. und darüber variirte. Nordlichter können nicht allein diese groſsen Bewegungen verursacht haben, weil in dieser Jahreszeit, nämlich in der Mitte des Sommers, solche Erscheinungen sich nur selten zu zeigen pflegen, auch *Löwenörn* nur an einigen Abenden Spuren derselben wahrnahm. 2) *Die Gesetze, welche Hr. Cassini für die tägliche Wanderung der Magnetnadel ausgemittelt zu haben glaubt, bedürfen ohne Zweifel der Bestätigung durch Beobachtungen an mehreren Stellen der Erdkugel, bevor sie als allgemein angenommen werden können. Cassini* hat nämlich gefunden, daſs die Nadel von 8 Uhr des Morgens an bis Mittags westwärts, hierauf des Nachmittags gen Osten geht, und in der Nacht stille steht. Dieses streitet mit den Beobachtungen *Löwenörns*, denen zu Folge das Maximum Abends um

*) Die erstere dieser beiden Beobachtungen wird in Sv. Vet. Acad. Handl. am angeführten Orte unterm 30 May, die letztere unterm 8 Juny angegeben.

8 Uhr eintrifft. Diese Verschiedenheit in den Stundenangaben kann unmöglich von dem Zeitunterschiede der beiden Beobachtungsorte herrühren; denn dieser beträgt zwischen Paris und Holmenshafen nicht mehr als etwa 1 Stunde 40 Minuten*).

II. Könnte gleich der grofse Unterschied zwischen den Epochen und der Gröfse der täglichen Oscillationen der Magnetnadel in Island und im übrigen Europa, womit uns die obigen Beobachtungen *Löwenörns* bekannt gemacht haben, wie auch die Kürze der Zeit, in welcher die Beobachtungen angestellt wurden, einigen Zweifel an der Richtigkeit der Resultate erregen, so werden sie doch auf das merkwürdigste durch eine beynahe gleichzeitige Reihe von Beobachtungen bestätigt, welche der Missionär Hr. *Andreas Ginge* auf der Colonie *Godthaab* in Grönland (Breite 64° 10′, Länge 325° 52′ ö. Ferro) in den Jahren 1786 und 1787**) anstellte. Das Instrument, dessen er sich hiebey bediente, wurde ihm nebst mehreren meteorologischen Instrumenten durch *Bugges* Verwendung von Mannheim aus geschickt. Nach einer längs den Klippen abgelegten und mittelst correspondirender Sonnenhöhen oft geprüften Mittagslinie wurden zuerst die Absehen des Compasses gestellt, wornach die Nadel die Abweichung = 51° 1′ W. angab. Hierauf setzte man den Compafs augenblicklich auf einen an der östlichen Seite der Kirche von Godthaab aufgemauerten Steinpfeiler, auf welchem neulich Thon mit Kalk vermischt gelegt worden war, und das Instrument erhielt eine solche Stellung, dafs die Nadel wieder auf 51° 1′ wies. Da Thon und Kalk trocken waren, stand somit der Compafs unerschütterlich. *Ginge* trug hierauf in einem Journal die zu bestimmten Zeiten des Tages angestellten Beobachtungen über die Abweichung der Nadel ein, wie auch, welchen Einflufs es auf die Nadel hatte, wenn sich Nordlichter am Himmel zeigten. Angeführten Ortes hat *Ginge* einen Auszug dieses Tagebuches vom 21 Oct. 1786 bis 7 April 1787 mitgetheilt,

*) Träfe nämlich das Maximum der täglichen Abweichung über die ganze Erde in einem und demselben absoluten Augenblicke ein, so würde es sich, da Holmenshafen westlich von Paris liegt, dort Uhr 0 20 Min. Nachmittags einstellen, wenn es in Paris Uhr 2 Nachmittags einträte. H.

**) Dansk Vidensk. Selsk. Skr. Nye Saml., 3 Deel, S. 531.

welcher doch fast nichts enthält als die an den Tagen, da sich Nordlichter zeigten, eingetroffenen *unregelmäfsigen Bewegungen* der Nadel. Aus demselben ersieht man, dafs der Nadel tägliche Bewegungen oft bis 1 oder 1½ Grad und darüber gestiegen sind. *Ginge* zieht hieraus folgende Schlüsse:

"1) Abends vergröfsert das Nordlicht die Abweichung der Magnetnadel und Morgens vermindert es dieselbe. Einige wenige Beispiele der entgegengesetzten Wirkung werden jedoch gefunden. 2) Die Wirkung äufsert sich im Anfange des Nordlichtes am stärksten; nimmt aber letzteres ab, so verringert sich auch die Declination der Nadel. Einige Mal hat gleichwohl die Declination abgenommen, während noch das Nordlicht stark war, und wenige Male stieg die Declination, wenn das Nordlicht nachliefs. 3) Die wirksamsten Nordlichter sind diejenigen, so in der östlichen Himmelsgegend entstehen; je gröfseren Glanz sie verbreiten und je mehr Raum sie einnehmen, desto entschiedener scheint ihre Einwirkung auf die Nadel zu seyn. Freilich giebt es auch Beispiele, dafs Nordlichter aus andern Weltgegenden thätigen Einflufs auf die Nadel gehabt haben; aber ihre Anzahl ist geringer als der ersteren. Auch fehlt es nicht an grofsen Veränderungen an der Compafsnadel, deren wirkende Ursache ich nicht auszumitteln vermochte."

Anlangend der Nadel *regelmäfsige Bewegungen*, so fügt *Ginge* noch folgende Bemerkungen hinzu:

"1) Aus vielen Beobachtungen aufser den gewöhnlichen Observationszeiten schliefse ich: die Declination sey in einer Periode von 24 Stunden am geringsten um 9 bis 10 Uhr des Vormittags und am gröfsten Abends zur nämlichen Zeit. Zwar giebt es viele Ausnahmen von dieser Regel, doch ist sie am allgemeinsten gültig. 2) Die Nadel hat je zuweilen, selbst ohne die Declination zu vermehren oder zu vermindern, in zitternder Bewegung gestanden. Vor Zugwind und Luft ist sie wohl geborgen, Erschütterung durch Wagen oder andere starke Bewegungen auf der Erdfläche findet in der Nähe nicht Statt; daher schliefse ich: die Nadel werde durch kleine unkenntliche Erdstöfse in zitternde Bewegung gesetzet, wie denn solches auch mit meiner Ueberzeugung übereinstimmt, dafs Grönland selbst, sey es mitten im Lande oder an seiner Ostküste, einen Vulkan habe. 3) In Zeiten, wenn das Barometer im Auf- und

Digitized by Google

Absteigen die meisten Veränderungen erlitt, hat sich die Declination am wenigsten geändert. Wenn im Gegentheil die Declination am meisten schwankte, hat oft das Barometer gestanden. Allgemein ist dies nicht der Fall, aber selten eben auch nicht."

III. In Nordamerika haben wir Beobachtungen über die täglichen Oscillationen der Nadel von *Samuel Williams* in den Jahren 1781 und 1785 und von *Stephen Sewall* im Jahre 1782*). *Williams* sagt, die Abweichung wachse des Tages von 7 oder 8 Uhr des Morgens an bis ungefähr 2 oder 3 Uhr Nachmittags und nehme hierauf bis 7 oder 8 Uhr am folgenden Morgen ab. Die Neigung ist einer gröfseren täglichen Veränderung unterworfen, diese scheint aber weniger regelmäfsig; die geringste Neigung war 68° 21′, die gröfste 70° 56′. *Sewalls* Beobachtungen sind stundenweise Morgens von 6 Uhr an bis Abends um 10 Uhr vom 15 Apr. bis 20 Aug. 1782 angestellt. Es verdient bemerkt zu werden, dafs, obgleich *Cambridge* noch westlicher liegt als *Holmenshafen* und *Godthaab*, doch die Epochen der täglichen Oscillationen der Nadel fast wie in Europa sind.

IV. *John Macdonald* stellte in den Jahren 1794 und 1795 im Fort *Marlborough* auf Sumatra, und im Jahre 1796 auf der Insel St. Helena**) Beobachtungen über der Magnetnadel Abweichung an. 1) Im Fort *Marlborough* fand er folgende östliche Abweichungen der Nadel:

	7 U. Morgens	Mittags	5 U. Abends	11 U. Abends
1794, 27 bis 29 Juny	1° 8′	1° 10′	1° 12′	
1795, 11 bis 27 März	1 6	1 9	1 10	1° 8′

*) A Mem. on the Latitude of the University at Cambridge, with observations of the Variation and Dip of the magnetical Needle by Samuel Williams, Prof. Math. & Philos. Nat. und Magnetical observations made at Cambridge by Stephen Sewall. Siehe Mem. of the American Academy, Vol. I. p. 62 & p. 322 und Vol. III. p. 115. Da ich weder dieses Werk selbst besitze noch einen vollständigen Auszug dieser wichtigen Beobachtungen habe, so kann ich keine genauere Nachricht von denselben ertheilen.

**) Siehe Philos. Transactions for 1796, p. 340-349; 1798, p. 397-402; und Annalen der Physik, B. 3, S. 118-125. Da mir jenes Werk nicht zu Händen ist, so kann ich die vollständigen Tafeln dieser interessanten Beobachtungen nicht mittheilen.

Aus allen Beobachtungen erhellt, daſs die östliche Abweichung der Magnetnadel täglich ungefähr von 7 Uhr Morgens an bis 5 Uhr Abends zunimmt, hingegen alsdann bis 7 Uhr Morgens wieder abnimmt. 2) Auf St. Helena erhielt er vom 28 Oct. bis 13 März 1796 nur 85 Beobachtungen, von welchen folgende die wichtigsten sind:

Westliche Abweichung der Magnetnadel auf der Insel St. Helena.

1796.	6 U. Morg.	8 U. Morg.	12 U.	2 U. Ab.	6 U. Ab.
Nov. 1	—	15° 49′	15° 48′	15° 46′	15° 47′
2	—	48	47	45	48
4	—	50	50	46	48
5	—	51	48	47	47
7	—	51	48	48	49
8	15° 49′	51	45	48	
9	48	50	46	47	
10	50	51	48	46	48
11	48	52	49	47	49
12	49	52	48	46	

Hieraus zieht *Macdonald* folgende Schlüsse: Addiret man die Beobachtungen Vor- und Nachmittags zusammen, und nimmt aus ihnen das Mittel, so findet sich die Abweichung der Magnetnadel Anfangs Novembers 1796 auf St. Helena 15° 48′ 34″,5 westlich. Ziehet man das Mittel aus den Beobachtungen Nachmittags vom Mittel aus den Beobachtungen Vormittags ab, so findet man die tägliche Variation der Abweichung 3′ 55″. Von 6 Uhr Abends an bis 6 Uhr Morgens steht die Nadel still; dann fängt sie an sich westlich zu bewegen, so daſs ihre westliche Abweichung zunimmt. Diese ist etwa um 8 Uhr Morgens am gröſsten und nimmt dann wieder ab. Von 2 Uhr bis 3 Uhr Abends scheint sie wieder etwas zuzunehmen. Die tägliche Variation auf Sumatra erklärt *Macdonald* auf dieselbe Art wie *Canton*, indem er 4 Magnetpole annimmt, die zu verschiedenen Tageszeiten verschiedentlich von der Sonne erwärmt werden, und glaubt, die Variation auf St. Helena lasse sich aus denselben Ursachen erklären, wenn man auf die verschiedene Lage des

Ortes gegen die Magnetpole Rücksicht nimmt. Schliefslich fügt *Macdonald* folgende Bemerkung hinzu: "Auf Sumatra bemerkte ich öfters, dafs die Magnetnadel aus ihrer horizontalen Lage gewichen war, und manchmal 6 bis 8 Minuten herab-, ein ander Mal hinaufwärts geneigt stand. Ich achtete dessen wenig, da ich es einer kleinen Aenderung im Hütchen oder im Stifte, worauf die Nadel spielte, zuschrieb. Dasselbe bemerkte ich wieder auf St. Helena, ohne eine Erklärung für diese Verschiedenheit zu finden, es sey denn, dafs die Inclination der Nadel solchen Veränderungen unterworfen sey".

V. Dafs der Nadel tägliche Oscillationen in den nördlicheren Gegenden Europas gröfser sind als in den südlicheren, erhellt auch aus folgendem. *A. Hellant* erzählt*), dafs er 1748 in Torneå, nachdem er eine genaue Mittagslinie gezogen, mit einer Nadel von $\frac{1}{2}$ Fufs Länge die Abweichung zwischen 7 und $7\frac{1}{2}$ Grad fand, wie denn auch den 8, 9 und 10 Sept. desselben Jahres die Nadel zwischen 7 und $7\frac{1}{2}$ Grad wanderte. So fand er auch in *Vadsöe* im Varangerfiord d. 8 Aug. 1748, dafs die Nadel binnen 24 Stunden zwischen $0\frac{1}{2}$ und 1 Grad westlich wanderte. In *Vardöehuus* ward den 1, 2 und 3 August 1748 die Declination höchstens $\frac{1}{2}$ Grad westlich gefunden; bisweilen war daselbst ganz und gar keine Abweichung, und die Nadel wies gerade auf 0°. Nach einem längeren Aufenthalte in Torneå erbot sich ihm Gelegenheit zur Einsammlung folgender Erfahrungen über die Bewegungen der Nadel**). "Der Magnetnadel gewöhnliche tägliche kleine Bewegungen von einigen wenigen Minuten (sagt *Hellant*) sind für die Seefahrer unbedeutend und unbemerkbar, aber ihre stärkeren Sprünge des Abends, bisweilen 1 Grad oder darüber nach Westen, des Morgens nach Osten auf die gewöhnliche Stelle, können bisweilen den Seemann zu einer kleinen Verrechnung in seinem Laufe verleiten; doch fallen dieselben glücklicher Weise nur selten ein und dies zum öftern allein bey Neu- und Vollmond nach mehrtägigem Nordenwetter, kurz vor der Wetterveränderung, oder bey langsamem Südwetter oder heftigem Sturme, da man auch allemal hier im Norden flammende Nordlichter

*) Sv. Vet. Ac. Handl. 1756, S. 72-74.
**) Sv. Vet. Ac. Handl. 1777, S. 303-304.

über den ganzen Himmel als sicherstes Wetterzeichen hat. Durch meine Magnetbeobachtungen habe ich gefunden: 1) daſs im Sommer der Compaſs eine beynahe um $\frac{1}{2}$ Grad gröſsere Abweichung hat, als derselbe Compaſs des Winters in einem kalten Zimmer; 2) daſs die regsamsten Magnetnadeln in kalten Zimmern lässiger sind, die täglichen Aenderungen und Sprünge sowie die rechte Stellung zu zeigen, als in Zimmern von 12 bis 15° Wärme; 3) daſs je kälter das Zimmer ist, worin die Magnetnadel aufgestellt ist, desto tiefer sich das Nordende unter den Limbus hinabsenkt, und sich wieder erhebt, so bald die Wärme zunimmt. Daher muſste ich, je nachdem die Stubenwärme sich vermehrte oder verminderte, um die Spitze immer auf derselben Höhe am Limbus zu erhalten, durch Hin- und Herrücken eines Papierstückchens von $\frac{1}{2}$ Gränchen Gewicht die Nadel in die horizontale Stellung bringen"*).

VI. An der Nordwestküste von Amerika *scheint die östliche Abweichung des Vormittags gröſser zu seyn als des Nachmittags.* *Cook* fand nämlich auf seiner dritten Reise im Nutkasunde (Breite 49° 36′ n.) am Lande den 4 Aug. 1778 die Abweichung des Vormittags = 15° 57′ 48″$\frac{1}{2}$, des Nachmittags 15° 41′ 2″, am Bord d. 5 Apr. des Vormittags 19° 50′ 49″, des Nachmittags

*) In Observatio Transitus Veneris ante Discum Solis Die 3 Junii Anno 1769 a R. P. Max. Hell. Hafniæ 1770 verspricht der Verfasser p. 2-4 in einem eigenen Werke unter dem Titel Expeditio litteraria die Resultate seiner astronomischen und physischen Beobachtungen sowohl auf Vardöehuus als auf der Reise von und nach dieser Stadt mitzutheilen. Unter den vielen interessanten Beobachtungen und Untersuchungen, welche dieses Werk enthalten sollte, verdienen besonders folgende Capitel hier genannt zu werden: I. Theoria nova Lucis Borealis. II. Theoria et causa vera lucis Maris Septentrionalis, quam nomine patrio Norvegico, *Morild*, dicunt. VI. Phænomena singularia variationis diurnæ, imo horariæ Declinationis Acus Magneticæ, sub Latitudine 70 graduum, diurnis nocturnisque observationibus collecta, ad perficiendam Magnetis Theoriam, et Artem Nauticam utilia. VIII. Observationes Declinationum Acus Magneticæ sub variis Meridianis et Latitudinibus per iter Arcticum a me institutæ, Theoriæ Declinationum Acus aut confirmandæ aut rectius constituendæ non inutiles. Ob diese Expeditio litteraria je ans Licht gekommen, ist mir unbekannt. Ist dies nicht der Fall, so würde es eine verdienstliche Arbeit seyn, aus P. Hells nachgelassenen Papieren diese Beobachtungen, welche wahrscheinlich die Theorie des Magneten von neuem aufhellen würden, auszuziehen und bekannt zu machen.

19° 38′ 46″; also nach den Beobachtungen am Bord einen Unterschied von 16′ 46″½, nach den Beobachtungen am Lande einen Unterschied von 12′ 5″. Beide stimmen darin überein, dafs die östliche Abweichung des Vormittags etwa ¼ Grad gröfser war als des Nachmittags. Wohl mögen örtliche Ursachen einen bedeutenden Unterschied zwischen den Beobachtungen am Lande und am Bord bewirkt haben, aber wahrscheinlich haben diese Vormittags wie Nachmittags auf einerley Weise gewirkt. Bey *Shoal-Nefs* (Breite 59° 37′½ n.) wurde den 20 July 1778 Vormittags die östliche Abweichung = 23° 34′ 5″, Nachmittags = 22° 19′ 40″ gefunden, also ein Unterschied = 1° 14′ 25″. Diese gröfsere Differenz rührt wahrscheinlich daher, dafs dieser Ort 10° nördlicher liegt als Nutkasund. Im *Samganoodha* Hafen (Breite 53° 5′) ward Vormittags d. 12 Oct. 1778 die östliche Abweichung = 20° 17′ 2″, Nachmittags 19° 41′ 27″ gefunden; also ein Unterschied = 35′ 35″*). Da alle diese Beobachtungen, deren jede ein Mittel aus einer grofsen Menge einzelner mit grofsem Fleifse angestellten ist, darin übereinstimmen, dafs die Abweichung des Vormittags gröfser ist als des Nachmittags, so scheint es, als könne dieser Unterschied nicht blos an der Unvollkommenheit der Beobachtungen liegen, zumal da die Unterschiede mit der Breite des Ortes zunehmen, welches mit den vorhin angeführten Beobachtungen in der östlichen Halbkugel übereinstimmt.

§. 14. Zu bequemerer Uebersicht dieser Entdeckungen im Betreff der Bewegungen der Magnetnadel wollen wir dieselben hier gesammelt darstellen. Aufser der jährlichen Bewegung hat noch die Nadel eine merkliche Bewegung von Tag zu Tage *(Jachart)*, ja von Stunde zu Stunde *(Graham)*. In Europa ist sie nämlich des Vormittags um 8 oder 9 Uhr am weitesten östlich, des Nachmittags um 1 oder 2 Uhr am weitesten westlich, worauf sie wieder bis 8 oder 9 Uhr des Abends nach Osten wandert, da sie entweder ein Paar Stunden stille steht, oder einen kleinen Ruck von einigen Minuten zurück nach Westen macht; in der Nacht zieht sie sich gewöhnlich etwas nach Osten, so dafs sie des Morgens um 8 Uhr etwas östlicher ist als des Abends.

*) Siehe Anhang Tafel 3, S. 85, 86, 87.

Außer dieser regelmäßigen täglichen Oscillation treffen bisweilen plötzliche und große unordentliche Bewegungen bey der Nadel ein, da sie in Zeit von wenigen Minuten, oft mit einer zitternden Bewegung, Bögen von ganzen Graden zu beiden Seiten ihres gewöhnlichen Ortes durchläuft*). Diese unordentlichen Bewegungen stellen sich selten, vielleicht nie anders ein, als wenn Nordlichter am Himmel erscheinen, und diese Unordnung und Unruhe der Nadel scheint alsdann zur nämlichen Zeit an den am weitesten von einander entfernten Orten Statt zu finden (*Celsius* und *Hiorter*). Die Größe dieser unordentlichen Bewegungen kann in kürzerer Zeit als 24 Stunden auf 5° (*Wargentin*), ja bis $5\frac{1}{2}$ Grad (*Wilcke*) steigen**). Diese Unruhe theilt sich dann auch der Neigungsnadel mit, die sich, sobald die Nordlichtkrone ihre gewöhnliche Stelle verläßt (nämlich den Punkt, wo die verlängerte Neigungsnadel das Himmelsgewölbe trifft) mehrere Grade vorwärts und zurück bewegt und derselben zu folgen scheint (*Wilcke*). Nach solchen Unordnungen pflegt sich die mittlere Abweichung der Nadel oft zu verändern und nicht eher, als nach einer neuen und ähnlichen Störung, ihre vorige Größe wieder zu erlangen.

Die tägliche ordentliche Bewegung ist um die Sommersonnenwende ungefähr doppelt so groß als um die Wintersonnenwende, in ersterem Zeitpunkte nämlich etwa $\frac{1}{4}$ Grad, in letzterem $\frac{1}{8}$ Grad (*Canton*). Auch hat die Nadel eine regelmäßige monatliche Bewegung von der Beschaffenheit, daß

*) Während des Nordlichtes den 20 Oct. 1746 wies, nach Hiorters Beobachtung, Morgens um 5 U. 48¼ die Nadel auf 16° 23′, und um 5 U. 52 Min. auf 12° 15′; also durchwanderte sie in einer Zeit von 3¾ Minuten einen Bogen von 4° 8′. In den folgenden 2 Minuten ging die Nadel abermals 1° 45′ nach Westen und in der nächstfolgenden 1½ Minute 1° weiter. Siehe oben S. 415.

**) In den Ann. d. Phys. 29 B., S. 421, Anmerkung wird angeführt, daß Hr. Julin in den neuen Abhandlungen d. Schw. Akad. d. Wiss. auf 1793 erzählt, er habe bey einem starken Nordlichte am 4 April 1791 zu Uleåborg die Nadel in einer Stunde um 9° nach Westen fortschreiten sehen. Dies ist unrichtig; denn in der Tafel S. 80 des Schwedischen Originals finden sich für den Nachmittag d. 4 Apr. folgende Stellungen der Nadel aufgezeichnet: Uhr 1, 10° 40′, U. 3, 10° 47′, U. 5, 10° 30′, U. 10, 9° 45′, U. 11, 9° 54′; woraus zu ersehen, daß der größte von der Nadel durchlaufene Bogen zwischen 3 und 10 Uhr, also in 7 Stunden 1° 2′ war.

Digitized by Google

19° 38′ 46″; also nach den Beobachtungen am Bord ein
16′ 46″½, nach den Beobachtungen am Lande einen Unte
Beide stimmen darin überein, dafs die östliche Abweich
etwa ¼ Grad gröfser war als des Nachmittags. Wohl möge
einen bedeutenden Unterschied zwischen den Beobachtun
am Bord bewirkt haben, aber wahrscheinlich haben di
Nachmittags auf einerley Weise gewirkt. Bey *Shoal-Nefs*
wurde den 20 July 1778 Vormittags die östliche Abweicht
Nachmittags = 22° 19′ 40″ gefunden, also ein Untersch
Diese gröfsere Differenz rührt wahrscheinlich daher, dafs
licher liegt als Nutkasund. Im *Samganoodha* Hafen (Breit
mittags d. 12 Oct. 1778 die östliche Abweichung = 20°
19° 41′ 27″ gefunden; also ein Unterschied = 55′ 55″
Beobachtungen, deren jede ein Mittel aus einer grofsen M
grofsem Fleifse angestellten ist, darin übereinstimmen, d
des Vormittags gröfser ist als des Nachmittags, so scheint e
Unterschied nicht blos an der Unvollkommenheit der Beo
zumal da die Unterschiede mit der Breite des Ortes zuneh
den vorhin angeführten Beobachtungen in der östlichen
stimmt.

§. 14. Zu bequemerer Uebersicht dieser Entdeckun
Bewegungen der Magnetnadel wollen wir dieselben hier ge
Aufser der jährlichen Bewegung hat noch die Nadel eine m
von Tag zu Tage (*Iachart*), ja von Stunde zu Stunde (*Gr*
ist sie nämlich des Vormittags um 8 oder 9 Uhr am wei
Nachmittags um 1 oder 2 Uhr am weitesten westlich, wora
oder 9 Uhr des Abends nach Osten wandert, da sie entwe
den stille steht, oder einen kleinen Ruck von einigen Mi
Westen macht; in der Nacht zieht sie sich gewöhnlich etv
dafs sie des Morgens um 8 Uhr etwas östlicher ist als des

*) Siehe Anhang Tafel 3, S. 85, 86, 87.

[redacted]

geführten Ursachen. Wir wollen jede dieser Hypothesen insbesondere in Erwägung ziehen.

§. 16. Im Hptst. 6, §. 24 b. haben wir gefunden, wenn M die absolute Intensität der stärkern, M' der schwächern Magnetaxe bezeichnet,

$$\frac{M}{M'} = \frac{F' . \cos I' . \sin(\mathfrak{D} - D')}{F . \cos I . \sin(D - \mathfrak{D})}.$$

Werden diese Ausdrücke so differenziirt, daſs $\frac{M}{M'}$ und $\mathfrak{D}$ als veränderliche Gröſsen angesehen werden, so findet man nach einigen Reductionen

$$d . \frac{M}{M'} = \frac{F' . \cos I' . \sin(D - D') . d\mathfrak{D}}{F . \cos I . \sin^2(D - \mathfrak{D})},$$

also

$$d\mathfrak{D} = \frac{F . \cos I . \sin^2(D - \mathfrak{D})}{F' . \cos I' . \sin(D - D')} . d\frac{M}{M'}.$$

Aber $d\frac{M}{M'} = \frac{M' . dM - M . dM'}{(M')^2}$; ist also $M'dM = M . dM'$, so bleibt die Abweichung $\mathfrak{D}$ unverändert. Ist $M' . dM > M . dM'$ und zugleich $D - D'$ positiv, so wächst $\mathfrak{D}$ (dessen positiver Werth), d. i. die Nadel wandert gen West; ist $D - D'$ negativ, so nimmt der positive Werth von $\mathfrak{D}$ ab, d. i. die Nadel wandert gen Ost. Ist $M'dM < M . dM'$, so verhält es sich sämmtlich umgekehrt. Zugleich ist zu ersehen, daſs es in Ansehung der Abweichungsveränderung gleichgültig ist, ob die Intensität der stärkern Axe einen Zuwachs $dM = e$, oder die schwächere Axe einen Zuwachs $dM' = -\frac{M'}{M}e$, oder endlich die Intensität der stärkern Axe einen Zuwachs $dM = f$, und der schwächeren einen Zuwachs $dM' = \frac{M'}{M}(f - e)$ erhält. Wenn also die Gröſse der täglichen Abweichungsveränderung $d\mathfrak{D}$ durch Beobachtung an einem gewissen Orte der Erdkugel bekannt ist, so kann man vermittelst der obigen Formel berechnen, welch ein groſser Zuwachs dM in der Intensität der stärkern Axe oder welch eine groſse Abnahme dM' in derjenigen der schwächeren Axe nothwendig sey, um jene hervorzubringen.

Nach Hptst. 6, §. 23, I. 3. b. ist

$$\cot \mathfrak{D} = \frac{MF \cdot \cos I \cdot \cos D + M'F' \cdot \cos I' \cdot \cos D'}{MF \cdot \cos I \cdot \sin D + M'F' \cdot \cos I' \cdot \sin D'}.$$

Nimmt man an, M bekomme hier einen Zuwachs $= dM$ und differenziiret obige Gleichung in Hinsicht auf M und $\mathfrak{D}$, so erhält man

$$d\mathfrak{D} = \frac{M'F'F \cdot \cos I \cdot \cos I' \cdot \sin(D - D') \cdot \sin^2 \mathfrak{D} \cdot dM}{(MF \cdot \cos I \cdot \sin D + M'F' \cdot \cos I' \cdot \sin D')^2}$$

und setzt man ein den Werth von $\sin^2 \mathfrak{D} = \frac{1}{1 + \cot^2 \mathfrak{D}}$, so erhält man nach einigen Reductionen

$$d\mathfrak{D} = \frac{M' \cdot \sin(D - D') \cdot dM}{M^2 \frac{F \cdot \cos I}{F' \cdot \cos I'} + (M')^2 \frac{F' \cdot \cos I'}{F \cdot \cos I} + 2MM' \cdot \cos(D - D')}.$$

In Fig. 51 ist AD $= I$, FB $= I'$, ND $= D$, NF $= D'$, DF $= D - D'$; je gröſser also DF $= D - D'$, desto gröſser wird $d\mathfrak{D}$. Soll aber $D - D'$ ein groſser Bogen seyn, so muſs D und D' jeder für sich groſs seyn und entgegengesetzte Zeichen haben, welches nur in groſsen Breiten an Orten eintrifft, welche zwischen den beiden Magnetpolen liegen, z. B. in der nördlichen Halbkugel in den nördlichsten Gegenden Europas, in Island, Grönland und Sibirien, in der Behringsstraſse und an der Nordwestküste Amerikas, in der südlichen Halbkugel in der Nähe von Van Diemens Land und Neuseeland u. s. w. An andern Orten, wo $D - D'$ ein kleiner Bogen ist, z. B. in den Nordamerikanischen Freistaaten, bey Java und an der Westküste von Neuholland u. s. w. muſs der Magnetnadel tägliche Bewegung $d\mathfrak{D}$ unbedeutend werden. Dies stimmt mit den in den vorigen §§ angeführten Erfahrungen völlig überein.

§. 17. Eine solche Veränderung in der Intensität einer der Magnetaxen muſs auch eine Veränderung sowohl in der Neigung $\mathfrak{J}$ als auch in der Gröſse der mittleren Kraft K verursachen. Nach Hptst. 6, §. 23, III. ist

$$K^2 = M^2F^2 + (M'F')^2 + 2MM' \cdot FF' \cdot \cos c,$$

wo $\cos c = \sin I \cdot \sin I' + \cos I \cdot \cos I' \cdot \cos(D - D')$. Wird obige Gleichung in Hinsicht auf M und K differenziirt, so erhält man

$$dK = \frac{F(MF + M'F' . \cos c)dM}{K}.$$

Hieraus sieht man, daſs je gröſser $D - D'$ ist, desto kleiner wird $\cos c$, also auch dK.

Durch Differenziirung der Formeln für $\mathfrak{J}$ in §. 23, II. könnte man auch die Veränderung der Neigung finden, da aber der dadurch gefundene Ausdruck etwas weitläuftig wird, kann man leichter auf folgende Weise verfahren. Die Bögen AB, AP, BP und AG (Fig. 57) haben dieselbe Bedeutung wie in Fig. 51; G bezeichne die Richtung der mittlern magnetischen Kraft; wenn die Intensität der stärkern Axe den Zuwachs dM erhält, rücke diese Richtung von G nach g. Ist nun AG $= x$, Gg $= - dx$, so ist nach Hptst. 6, §. 23, I. 2

$$\text{cotang}\, x = \frac{MF}{M'F'} . \text{cosec}\, c + \cot c,$$

also $dx = - \frac{F . \sin^2 x . dM}{M'F' . \sin c}$. Im Dreyecke Ggp ist $\sin \text{GPg} = \frac{\sin \text{Gg} . \sin \text{gGP}}{\sin \text{gP}}$; nun ist GPg $= d\mathfrak{D}$, Gg $= - dx$, gP $= 90° - \mathfrak{J} =$ GP und wird gesetzt gGP $= n$, so wird

$$d\mathfrak{D} = \frac{- dx . \sin n}{\cos \mathfrak{J}} = \frac{F . \sin^2 x . \sin n}{M'F' . \sin c . \cos \mathfrak{J}} . dM.$$

Wird der Bogen gl senkrecht auf GP gezogen, so ist Gl $=$ GP $-$ gP $= d\mathfrak{J}$, und da Dreyeck Ggl als geradlinig behandelt werden kann, so wird Gl $=$ Gg . cos gGL, d. i.

$$d\mathfrak{J} = - dx . \cos n = \frac{F . \sin^2 x . \cos n}{M'F' . \sin c} . dM.$$

Der Winkel n wird mittelst einer der folgenden Formeln gefunden

$$\sin n = \frac{\sin o . \cos I}{\sin x}, \quad \cos n = \frac{\sin I - \cos x . \sin \mathfrak{J}}{\sin x . \cos \mathfrak{J}}.$$

Je gröſser also der Unterschied ist zwischen I und $\mathfrak{J}$, desto gröſser wird $\cos n$, folglich $d\mathfrak{J}$, und desto kleiner wird $\sin n$, folglich $d\mathfrak{D}$.

§. 18. Wird der Bogen zwischen dem täglichen östlichsten und westlichsten Stande der Magnetnadel, oder die gröſste Oscillation in Paris angenommen $= \frac{1}{4}$ Grad oder 15′, so kann die Veränderung dM in der Intensität

der stärkern Magnetaxe, welche zur Erzeugung einer solchen Oscillation erfordert wurde, nach der Formel in §. 16 gefunden werden. Ferner ist $d\mathfrak{D} = -\frac{dx \cdot \sin n}{\cos \mathfrak{J}}$ (§. 17), also $-dx = \frac{d\mathfrak{D} \cdot \cos \mathfrak{J}}{\sin n}$, und $d\mathfrak{J} = -dx \cdot \cos n = d\mathfrak{D} \cdot \cos \mathfrak{J} \cdot \cot n$. Für Paris gab die Berechnung $\log F = 8{,}44163$, $\log F' = 8{,}39303$, $D = +48^\circ\ 43'$, $D' = -27^\circ\ 29'$, $\mathfrak{D} = +21^\circ\ 55'$, $I = 59^\circ\ 9'$, $I' = 52^\circ\ 8'$, $\mathfrak{J} = 62^\circ\ 19'$, $n = 91^\circ\ 21'$; hieraus findet sich $dM = 0{,}021801$ und $d\mathfrak{J} = -9'',8$. Da M angenommen ist $= 1{,}7724$ und $M' = 1$, *so wird demnach, um in Paris eine Oscillation von 15′ bey der horizontalen Magnetnadel hervorzubringen, ein Zuwachs oder eine Abnahme der Intensität der stärkern Axe* $= 0{,}0218 = \frac{1}{81}M$ *ungefähr erfordert, und eine solche Veränderung der Intensität dieser Axe würde bey der Neigungsnadel eine Schwingung von nicht völlig 10″ erregen, welche bey diesem Instrumente unmerklich ist.*

Ist die östliche Länge eines Ortes von Paris $= l^\circ$, so ist dessen Zeitunterschied von Paris $= \frac{l}{15}$ Stunden $= z$. Trifft also der Nadel gröſste Elongation in Paris Nachmittags um 2 Uhr ein, so muſs sie an einem andern Orte, dessen Zeitunterschied östlich von Paris $= z$ ist, $2 + z$ Stunden nach Mittag eintreffen. Folgende Tabelle enthält sonach die Zeit der gröſsten Elongation der Nadel für einen Theil der in der Tabelle Hptst. 7, §. 15 angeführten Orte, nebst der Gröſse der Veränderungen der Declinations- und Inclinations-Nadel, berechnet nach den Formeln in §. 17, unter Voraussetzung, daſs $dM = 0{,}021801$.

No.	Ort.	Breite.	Zeit der gröſsten Elongation.	$d\mathfrak{D}$.	$d\mathfrak{J}$.
4	Paris	48° 50′ n.	2ᵘ 0′	+ 15′ 0″	— 0′ 10″
6	Vogelsang	79 53	2 39	+ 28 11	— 5 59
7	Nordcap	71 10	3 34	+ 21 49	— 5 53
8	Alexandria . . .	31 12	3 50	+ 11 9	— 0 39
12	Petropaulowska . .	53 1	12 25½	— 10 28	— 6 9
13	Samganoodha . .	53 5	14 45	— 17 5	— 3 12

No.	Ort	Breite.	Zeit der gröfsten Elongation.	$d\mathfrak{D}$.	$d\mathfrak{J}$.
14	Norton Sund . . .	64° 31′ n.	15^u 0′	— 23′ 5[illegible]″	— 2′ 44″
17	Nutka Sund . . .	49 36	17 24	— 17 41	+ 2 56
19	Mexico	19 26	19 14	— 4 27	+ 11 36
20	Albany Fort . . .	52 22	20 20	— 7 41	+ 5 12
24	Musketto Cove . .	64 53	22 19	+ 53 13	+ 5 15
30	St. Helena . . .	15 55 s.	1 28	+ 10 12	+ 5 40
33	Mocha	13 22 n.	4 47	+ 9 2	— 7 14
37	Surobaya	7 14 s.	9 21	+ 0 2	— 14 43
38	Macao	22 9 n.	9 26	+ 0 5	— 7 42
39	Amboina	3 42 s.	10 23	— 0 57	— 20 4
41	Tongataboo . . .	21 8	14 10	— 10 25	+ 2 20
43	Otaheite	17 29	15 52	— 11 32	+ 5 41
55	Nulpunkt Peru . .	7 1	20 40	+ 3 11	+ 20 9
78	Dusky Bay . . .	45 47	12 56	— 15 46	— 2 16
84	Christmafs Sund . .	55 22	21 10	+ 8 29	+ 8 46

In dieser Tabelle bezeichnet ein positiver Werth von $d\mathfrak{D}$ der Nadel westliche Elongation, ein negativer Werth desselben ihre östliche Elongation von der mittleren Stelle. Gleichfalls bezeichnet ein positiver Werth von $d\mathfrak{J}$ eine Zunahme in der nördlichen Neigung der Nadel oder eine Abnahme der südlichen; ein negativer Werth das Entgegengesetzte. Aus dieser Tabelle geht hervor, dafs diejenigen Oscillationen, welche, vermöge einer Veränderung in den Kraftverhältnissen der Magnetaxen, bey der horizontalen Magnetnadel erregt werden würden, in der Nähe der Magnetpole, besonders da am gröfsten sind, wo der Winkel ALB $= D - D'$ (Fig. 51) beträchtlich grofs ist, und wo der Winkel AGP $= n$ sich 90° nähert, wie auf Spitzbergen, an der Nordwestküste von Amerika und in Grönland; dafs diese Oscillationen hingegen in der Nähe des Aequators, besonders da am kleinsten werden, wo n ein kleiner Winkel ist, d. i. wo die Fläche ALB beynahe einen rechten Winkel mit dem Horizonte SDN macht, z. B. auf Java, Amboina und in Macao. Ferner ist zu ersehen, dafs die Veränderungen der Neigungsnadeln in der Nähe des Aequa-

tors und gemeiniglich da, wo die Schwingungen der Declinationsnadel am kleinsten sind, am gröſsten ausfallen werden.

So weit nun stimmen diese Resultate gar wohl mit der Erfahrung überein; ziehen wir aber die Stundenzeit in Betracht, so ergiebt sich uns gleich, daſs eine solche Veränderung in den Kraftverhältnissen der Magnetaxen unmöglich der rechte Grund der täglichen regelmäſsigen Schwingungen der horizontalen Nadel seyn könne. In Musketto Cove würde z. B. alsdann der Nadel westlichster Stand $22^{u}\ 19'$ astronomischer Zeit d. i. um $10^{u}\ 19'$ Vormittags eintreffen; in letzterer Stunde fand aber *Ginge* vielmehr die Abweichung der Nadel am kleinsten. Auf St. Helena würde der westlichste Stand $1^{u}\ 28'$ eintreffen; allein *Macdonalds* Beobachtungen zeigen, daſs die Abweichung hier um 8 Uhr Vormittags am gröſsten ist. Der Nadel *unregelmäſsige Bewegungen* hingegen scheinen sich eher aus einer solchen Veränderung in der Magnetaxen wechselseitigem Kraftverhältniſs erklären zu lassen, und dieser Bewegungen gleichzeitige Gröſse an verschiedenen Orten wird vermuthlich mit den in der Tabelle angeführten Werthen von $d\mathfrak{D}$ und $d\mathfrak{J}$ proportionirt seyn.

§. 19. Da die gröſste östliche und westliche Elongation der Nadel das ganze Jahr hindurch ungefähr zu den nämlichen Stunden eintreffen, so erhellet hieraus, daſs die Periode dieser Oscillationen ein Sonnentag ist. Hieraus gehet dann wieder hervor, daſs ihre Ursache in der Sonne, d. h. in den verschiedenen Ständen der Sonne sey es nun gegen die Magnetaxen der Erde, oder gegen die Magnetnadel selbst su suchen sey. Was aber das Gleichgegewicht magnetischer Kräfte soll aufheben können, muſs, so weit unsre Erfahrung reicht, selbst magnetische Kräfte besitzen. *Die Sonne hat also wahrscheinlich, wie die Erde, eine oder mehrere magnetische Axen.*

Daſs der Mond ebenfalls magnetische Kräfte habe, scheint aus Prof. *Hellers* Beobachtungen in Fulda unzweifelbar hervorzugehen. "Durch meine ein ganzes Jahr täglich fortgesetzten Beobachtungen über den magnetischen Mittelpunkt des weichen Eisens (sagt *Heller* *) bin ich auf ein Resultat gekom-

*) In einem Briefe aus Fulda den 16 Jan. 1800. Siehe Gilberts Ann. d. Phys., B. IV. S. 477.

men, das so neu und paradox ist, dafs ich mich beynahe fürchte, es sogleich bekannt zu machen, und doch bin ich davon überzeugt. Ich habe nämlich gefunden, dafs bey einer gewissen, jedoch nicht gewaltsamen Vorrichtung der *Magnetismus des Eisens* (wie er von der Erde darin erzeugt wird) *nicht nur bey den verschiedenen Sonnenständen*, *sondern auch zur Zeit der Mondphasen deutliche und auffallende Veränderungen erleidet*. Ich setze seit dem neuen Jahre diese meine Beobachtungen fort, jedoch mit einer Veränderung, von der es abhängt, ob meine Meinung bestätigt werde". Indessen waren seit jener Zeit diese Beobachtungen, so sehr man auch nach ihnen verlangen mufste, noch nirgends zur Publicität gekommen.

Am 20 März 1809 legte Hr. *Ritter* der physikalisch-mathematischen Klasse der Königl. Baierischen Akademie der Wissenschaften eine Abhandlung unter der Ueberschrift vor: *Ueber eine von Hrn. Professor Heller zu Fulda entdeckte Veränderung des von der Erde in weichem Eisen durch Vertheilung hervorgerufenen Magnetismus, in ihrem Zusammenhange mit den Ständen der Sonne und des Mondes**). Aus Anlafs einer gröfsern Arbeit über Magnetismus und Elektricität, welche Hr. *Ritter* der Akademie vorlegen wollte, bat er *Hellern* im August 1808 um nähere Mittheilung wenn nicht jener Beobachtungen selbst, doch ihrer Resultate. Hr. *Heller* antwortete aber erst im Februar des folgenden Jahres, und zwar nicht sowohl mit dem Verlangten, als mit einer Reihe von 344 neuen Beobachtungen, die vom 1 Aug. 1808 bis zum 31 Jan. 1809 reichen, und mit einem verbesserten Apparate angestellt sind. Folgendes ist ein Auszug aus *Ritters* Bemerkungen über diese Beobachtungen: "Herrn *Hellers* Apparat ist sehr einfach. Einer mit einer graduirten Scale versehenen Eisenstange von 18,5'' (par.) Länge, 5''' Breite, und 3,'''4 Dicke, gegenüber, befindet sich, auf der Nordseite der Stange, eine 1'' 10,'''5 lange Magnetnadel, die, wenn sie der Stange zu gerichtet ist, nur 1,3''' von ihr absteht. Die Eisenstange, welche von der Erde aus oben Süd und unten Nord hat, kann vor dieser auf einem festen Gestell befindlichen Nadel gehörig auf- und niederbewegt werden. So lange die Stange der Nadel mit Süd

*) Siehe Auszugsweise in Gehlens Journal für Chemie und Physik, B. 8, 1809; S. 696.

Digitized

gegenüber ist, wird dieses ihr Nordende angezogen halten, endlich um die Mitte der Stange, nie aber genau in ihr, kommt eine Stelle, wo die Nadel mit ihrem Nordpol die Stange verläfst, und ihr den Südpol zuwendet. Der ganze Apparat ist so gestellt, dafs Stange und Nadel sich im magnetischen Meridan befinden, und da die Nadel in diesem Meridian der Stange zur Nordseite steht, so befindet sie sich so lange in einer ihrer natürlichen entgegengesetzten Lage, als magnetisches Süd des obern Theils der Stange, und später das indifferente Eisen derselben, stark genug auf sie wirkt; sie kehrt in ihre natürliche zurück, wo an der Stange weiter unten Nord genug vorhanden, um ihr Nord abzustofsen, oder es überhaupt nicht mehr von der Stange angehalten werden zu lassen. Die Stelle an der Stange aber, an welcher die Nadel sich umkehrt oder in ihre vorige Lage zurückkehrt, bleibt nie einige Zeit hindurch dieselbe; sie *wechselt unaufhörlich*, und eben dieser Wechsel ihres Orts wird das Material alles Interessanten, was Hrn. *Hellers* Beobachtungen bieten. Hr. *Heller* mifst an der Scale ihre jedesmalige Entfernung vom obern Ende der Stange, und nennt diese Gröfse die "*Südpollänge*" der Stange, welche also natürlich ebenfalls jederzeit *wechselt*. Ihre Gröfse läfst sich bis auf Achttheilzolle noch mit Sicherheit angeben, da übrigens die Stange nur von der Erde aus ein Magnet ist, und eine Veränderung in ihrem Magnetismus blofs immer eine gleiche Veränderung im Magnetismus der Erde anzeigt, so wurden alle Beobachtungen an *jenem* zugleich Beobachtungen an *diesem*."

Hr. *Heller* klagt, dafs schon vor 9 Jahren die Südpollänge seines Stabes in ihrer Variation weder mit der des Barometers, noch des Thermometers, noch mit sonstigen Wetterveränderungen und Zuständen, zusammentreffen wollte, wefshalb er zufällig sie mit den *Monds*ständen zu vergleichen anfing, wo mehr Zusammenhang sich zu finden schien, — und so auch in den neuern Beobachtungen. Die mittlere "Südpollänge" aus sämmtlichen letztern Beobachtungen ist $\frac{3899'',125}{344} = 11'',3346657$; in die 6 Beobachtungsmonate trafen 25 Mondsphasen: 9 Mal aber war am Tage der Phase selbst die Südpollänge $11'',75$ und darüber; 6 Mal den Tag vor, und 5 Mal den Tag nach ihr, eben so grofs; 3 Mal läfst sich, weil Beobachtungen fehlen, nicht entscheiden;

und nur 2 Mal kommt sie blofs auf 11'',50, und zwar am Tage der Phase selbst. Einstimmig also war die Phase, oder doch ihre Nähe, mit einer sich bedeutend über die mittlere erhebenden Länge des "Südpols" an Hrn. *Hellers* Eisenstange begleitet."

"Merkwürdig war es: 1) dafs der Wendepunkt der Magnetnadel nie in die mathematische Mitte der Eisenstange, sondern immer darunter, dem untern oder dem Nordpol derselben zu, fiel. Die Mitte der Stange war bey 9'',25, aber sein geringster Abstand vom obern Ende der Stange, die geringste vorkommende Südpollänge an derselben, war 9'',75. 2) Ging die Variation der letztern verhältnifsmäfsig ausnehmend weit: die gröfste Südpollänge binnen den 6 Monaten war 12'',75, der Wendepunkt der Nadel spielte also zwischen 12'',75 — 9'',75 = 3'',0, und diese machen nahe $\frac{1}{6}$ der ganzen Stangenlänge aus. Diese Extreme lagen in Zeit weit aus einander (fast um $5\frac{1}{2}$ Monate), aber auch binnen sehr kurzer Zeit war die Variation oft sehr grofs. So betrug sie 1 Mal 1'',50 binnen blofs 7 Stunden; 4 Mal 1'',0 binnen 6 und 7 Stunden; 0'',75 in 6 — 8 Stunden 20 Mal, u. s. w. Die längste Zeit, durch welche die Südpollänge *dieselbe* blieb, war 48 Stunden, und doch konnten während der Stunden, wo nicht beobachtet wurde, Veränderungen da gewesen seyn; ja zu den Beobachtungsstunden selbst, und nur zu klein, um merklich zu werden. Des Mondes Apogäum und Perigäum schienen auch in demselben Grade von ausgezeichneter Südpollänge wie die Phasen begleitet gewesen zu seyn. In dem halben synodischen Monate vom ersten bis zum letzten Mondsviertel schien auch die Südpollänge etwas gröfser zu seyn, als in dem andern halben Monate vom letzten bis zum ersten Viertel; doch waren diese Unterschiede weit kleiner als jene."

Als Herr *Ritter* Monat für Monat das Mittel aus sämtlichen Beobachtungen zog, ergab sich folgende Reihe der mittleren Südpollängen:

1808,	August	10'',9254	1808,	December	11'',5431
	September	11 ,2979	1809,	Januar	11 ,4629
	October	11 ,3116		Februar	11 ,3659 *).
	November	11 ,4582			

*) Diese Beobachtungen für den Februar wurden Rittern späterhin vom Prof. Heller mitgetheilt.

"Hier wächst bestimmt die mittlere Südpollänge mit der Annäherung zum Wintersolstitium; in seinem Monate (December) ist sie die gröſste; innerhalb seiner (am 12 December) ist es, daſs sie ihr Maximum von 12'',75 erreicht, und am Tage des Solstitium selbst ist sie 12'',00; im Januar und Februar ist die mittlere Südpollänge schon wieder geringer. So ist Grund zu vermuthen, daſs im oder um den Junius, oder den Monat des Sommersolstitiums, Hr. *Heller* die Südpollänge im Mittel am allergeringsten im Jahre finden werde."

"Schien das Vorige eine *jährliche* Periode der Variation der Südpollänge an Hn. *Hellers* Eisenstabe geben zu wollen, so deuteten andere Vergleichungen auch auf eine *tägliche*. Sämmtliche Morgenbeobachtungen, für sich genommen, geben die mittl. Südpollänge nur 11'',3106, sämmtliche Mittagsbeobachtungen aber 11'',3679; wobei zu erinnern, daſs des Morgens in der Regel um 6, 7 oder 8 Uhr (um letztere Stunde am meisten), und des Mittags gewöhnlich um 2 Uhr, selten später, (im Mittel überhaupt um 2^{u},1217), beobachtet wurde. Auch in den einzelnen Monaten behauptet sich die gröſsere Südpollänge am Mittag; bloſs in zweien hat die am Morgen ein Uebergewicht, doch verhältniſsmäſsig nur ein geringes. Uebrigens lassen sich die Resultate der Morgenbeobachtungen als Annäherungen zu den von Nachtbeobachtungen, wenn welche vorhanden wären, betrachten, so daſs wahrscheinlich der Unterschied der mittleren Südpollängen ein noch bedeutend gröſserer werden würde, wenn diese, statt von *Morgen*- und Mittagsbeobachtungen, Mittel aus *Nacht*- und Mittagsbeobachtungen wären."

Dennoch ist Hr. *Ritter* zweifelhaft, ob das *ganze* Jahr hindurch die mittl. Südpollänge am Mittag gröſser seyn werde, als in der Nacht oder am Morgen. Der Uebergang in die vorhin erwähnte Anomalie ist dazu allzuregelmäſsig. Am gröſsten nämlich ist der Ueberschuſs des Mittagsmittels über das am Morgen im hohen Winter oder dem December und November, geringer im October, im September wird das *Morgen*mittel gröſser, aber erst nur noch wenig (11'',3041 : 11'',2910), im August aber wird jenes ganz bedeutend gröſser als dieses (10'',9689 : 10'',8900). Auch nach dem Frühling herüber nimmt die

Differenz, oder der Ueberschuſs des Mittagsmittels über das am Morgen, im Januar schon wieder ab.

Zu bestimmen, wo der wahre magnetische Mittag bey Hn. *Hellers* Phänomen hinfalle, ob auf 12h,0 oder auf 2h,1217 (s. oben) oder später, dazu reichten übrigens die vorhandenen Beobachtungen noch nicht hin, besonders fehlte es an Abendbeobachtungen, als deren im Ganzen nur 5, also jedenfalls zu wenig, vorhanden sind. Wo er aber auch hinfalle, so zeigt doch die Rechnung, daſs sofern nur im Tage von 24 Stunden nicht mehr als Eine reguläre Variation der Südpollänge vorkommt, die gesammte mittlere tägliche Variation eine noch viel gröſsere seyn müſse, als die mittlere Differenz der *Heller*schen Morgen- und Mittagsbeobachtungen sie Monat für Monat angiebt. Selbst diese schon als mögliche gröſste wäre von beträchtlicher Bedeutung.

Ritter macht hiernächst aufmerksam darauf, daſs die senkrecht stehende eiserne Stange von der Erde blos durch Vertheilung magnetisirt wird, und daſs eine Veränderung in der *Intensität des Erdmagnetismus* die Ursache dieser Veränderung in der Lage des *magnetischen Mittelpunktes**) der eisernen Stange seyn muſs. Die Ursache jener wird wieder in den magnetischen Kräften gedachter beiden Himmelskörper (der Sonne und des Mondes) gesucht.

*) Daſs in der That eine solche jährliche Veränderung in der magnetischen Intensität der Erde Statt findet, scheint durch eine Reihe Oscillationsversuche mit 4 verschiedenen prismatischen Stahlmagneten ziemlich ausgemacht zu seyn, welche Commandeur Wleugel in Kopenhagen mehrere Jahre lang zu verschiedenen Jahreszeiten angestellt hat, welche aber noch nicht zu öffentlicher Kunde gelangt sind. Daſs es eine ähnliche tägliche Variation in der Intensität gebe, scheint aus den täglichen Wanderungen der horizontalen Magnetnadel mit Wahrscheinlichkeit geschlossen werden zu können. Aus einigen vorläufigen Versuchen, welche ich am Schlusse des Jahres 1817 mit drey cylindrischen Magneten von einerley Durchmesser aber verschiedener Länge anstellte, ergiebt sich inzwischen, daſs diese Variationen überaus klein seyn müssen. Der kleinste Magnet machte z. B. 100 Schwingungen in 285 Secunden, und diese Schwingungszeit für 100 Schwingungen variirte zu verschiedenen Zeiten des Tages nie über 1, gewöhnlich nur ½ Secunde. Diese Untersuchungen erheischen demnach eine ungewöhnlich feine Beobachtungsgabe.

§. 20. Nehmen wir also an, Sonne und Mond, wie unsre Erde, hätten magnetische Kräfte, so muſs die verschiedene tägliche und jährliche Stellung dieser Axen gegen die Magnetaxen der Erde und gegen unsre Magnetnadeln nothwendig von einigem Einflusse auf der ersteren Intensität und der letzteren Lage seyn. Wir untersuchen zuerst diejenigen Erscheinungen, die sich, falls die Sonne magnetische Kräfte hätte, einstellen würden.

PFp (Fig. 58) sey die Sonne, S ihr Mittelpunkt, Pp ihre Umdrehungsaxe, ADBE der Erde jährliche Bahn. Nach *Delambre (Astronomie théorique et pratique, Tom. 3, p. 54)* ist des Sonnenäquators Neigungswinkel gegen die Ekliptik $= 7^\circ\ 19'\ 23''$, die Länge seines aufsteigenden Knotens $= 2^s\ 20^\circ\ 7'\ 4''$, der Sonne Umdrehungszeit $= 25^T\ 0^s\ 16'$, die synodische Umdrehungszeit $= 26^T\ 4^s\ 38'$. Ist Kreis PFp senkrecht auf Ekliptik ADBE, so ist demnach Winkel PSF, welchen die Sonnenaxe mit der Ekliptik bildet, oder die heliocentrische Breite des nördlichen Sonnenpoles $= 82^\circ\ 41'$, und dieses Poles heliocentrische Länge VBA $= 11^s\ 20^\circ\ 7'$. Wird der Sonnenradius SF nach beiden Seiten bis A und B verlängert, so bezeichnen diese Punkte in der Ekliptik die heliocentrische Länge beider Sonnenpole, und der Bogen AV wird folglich $= 9^\circ\ 53'$. Ob die Sonne mehrere Magnetaxen oder nur eine einzige habe, und ob diese mit der Umdrehungsaxe Pp zusammenfalle oder nicht, wissen wir nicht. Auf jeden Fall wird, der Umdrehung der Sonne gemäſs, die Axe Pp die mittlere Lage seyn, auf welche jene magnetischen Axen bezogen werden können.

Nehmen wir hiernach an, Pp sey zugleich der Sonne magnetische Axe, so wird ein magnetisches Theilchen in einem Punkte T der jährlichen Erdbahn von der einen Halbaxe PS angezogen und von der andern Sp abgestoſsen werden. Die mittlere Richtung TH dieser beiden Kräfte wird nach Hptst. 5 in die Fläche des Sonnenmeridianes PGp durch den Radius Vector TS fallen, der das Theilchen T mit dem Mittelpunkte der Sonne verbindet. Wird die Fläche HTI durch HT und den Radius TS gelegt, so wird demnach diese Fläche verlängert mit dem Meridiane PGp zusammenfallen, und beide werden einerley Winkel mit der Ekliptik bilden. Wäre der Winkel PSG bekannt, so könnte Winkel HTI nach den Formeln in Hptst. 5 gefunden werden.

I. Setzet man Winkel PSF $= I$, AV $= \pi$, VT $= \delta$, so ist im sphärischen Dreyeck PFG, PF $= I$, PFG $= 90°$, FG $=$ AT $= \pi + \delta = l$. Ist Bogen PG $=$ PSG $= u$, der sphärische Winkel PGF $= a$, so ist

$$\cos PG = \cos PF \,.\, \cos FG,\ \ \operatorname{tang} PGF = \frac{\operatorname{tang} PF}{\sin FG}$$

oder

$$1)\ \cos u = \cos I \,.\, \cos l;\ \ 2)\ \operatorname{tang} a = \frac{\operatorname{tang} I}{\sin l}.$$

II. In Hptst. 5, §. 27, wurde gezeigt, daſs, wenn sich im Mittelpunkte C eines Kreises (Fig. 27) ein im Vergleiche mit dem Radius des Kreises sehr kleiner Magnet befindet, alsdann der Winkel TL$\gamma = i$, welchen die magnetische Ruhelinie Lγ mit der Tangente TL bildet, durch folgende Gleichung $\operatorname{tang} i = 2 \,.\, \cot u$ gefunden wird, wo u der magnetische Polarabstand des Punktes L ist. Also findet man den Winkel γLC, welchen die Ruhelinie mit dem Radius LC bildet, durch folgende Gleichung: $\cot \gamma LC = 2 \,.\, \cot u$, oder $\operatorname{tang} \gamma LC = \frac{1}{2} \operatorname{tang} u$. Wird dies auf den gegenwärtigen Fall angewandt, so ist (in Fig. 58) tang HTI $= \frac{1}{2}$ tang PSG, oder, wenn man setzet HTI $= b$:

$$3)\ \operatorname{tang} b = \tfrac{1}{2} \operatorname{tang} u.$$

III. Leget man durch HT eine Fläche HTK senkrecht auf die Ekliptik ADBE, und beschreibet zugleich mit einem willkührlichen Radius TH den Kreisbogen HK, wie auch in den Ebenen KTI und HTI mit demselben Radius die Bogen KI und HI, so bilden diese 3 Bogen einen bey K rechtwinkligen Dreyeck HKI, in welchem der Winkel HIK $=$ PGF $= a$, der Bogen HI $= b$. Wird gesetzt KI $= c$, HK $= d$, so ist

$$4)\ \operatorname{tang} c = \cos a \,.\, \operatorname{tang} b;\ \ 5)\ \sin d = \sin a \,.\, \sin b.$$

Wäre die Erde in T, so würde HTK $= d$ die geocentrische Breite desjenigen Punktes seyn, in welchem die verlängerte Richtung TH der mittlern magnetischen Kraft das Himmelsgewölbe schnitte. Von der Erde in T wird die Sonne auf den der Erde entgegenstehenden Punkt s in der Ekliptik hingetragen, welcher also der Sonne geocentrische Länge ist. Ist diese $= \odot$, und wird der Winkel KTI $= c$ hinzu gelegt, so ist $\odot + c$ die geocentrische

Länge des erwähnten Punktes, wo die magnetische mittlere Richtung das Himmelsgewölbe schneidet.

In A ist $l = 0°$, $\odot = 5^s\ 20°\ 7' = 170°\ 7'$; in ♈ ist $l = 9°\ 53'$, $\odot = 6^s = 180°$, und in den Anfangspunkten der folgenden Zeichen $l = 39°\ 53'$, $\odot = 210°$; $l = 69°\ 53'$, $\odot = 240°$ u. s. w. Werden diese Werthe in obigen Formeln eingesetzt, so ergeben sich die Werthe nachstehender Tafel.

l.		*u.*		*a.*		*b.*		*d.*		*c.*		$\odot + c$.	
0°	0′	82°	41′	90°	0′	75°	36′	75°	36′	0°	0′	170°	7′
9	53	82	48 $\frac{1}{2}$	88	44 $\frac{1}{4}$	75	48	75	45 $\frac{1}{2}$	4	59	184	59
39	53	84	23 $\frac{1}{2}$	85	18	78	7	77	56	22	40	232	40
69	53	87	29 $\frac{1}{3}$	83	7	84	59	81	30	53	48	293	48
90	0	90	0	82	41	90	0	82	41	90	0	350	7
99	53	91	15	82	47	92	50	82	22	109	12	19	12
129	53	94	41	84	22	99	18	79	8	120	54	60	54
159	53	96	52	87	28	103	32	76	14	169	55	139	55
180	0	97	19	90	0	104	24	75	56	180	0	170	7
189	53	97	11 $\frac{1}{2}$	91	16	104	12	75	45 $\frac{1}{2}$	184	59	184	59

Da *d* die Breite und $\odot + c$ die Länge desjenigen Punktes bezeichnet, wo die magnetische Richtung HT verlängert das Himmelsgewölbe schneidet, so ergiebt sich, daſs im ganzen Umlaufe von A (wo $l = 0°$) bis B (wo $l = 180°$) dieser Punkt eine elliptische Figur um den Pol der Ekliptik beschreiben werde, d. h. die Linie HT wird eine conische Bewegung um die Pole der Ekliptik haben, welche in der andern halben Umlaufe wieder in derselben Ordnung wiederholt werden wird.

Man kann sich dies auf folgende Weise anschaulich machen. Lässet man die magnetische Curve ABCG (Fig. 29) sich um die verlängerte Magnetaxe Pp drehen, so wird sie eine Art Sphäre beschreiben, in welcher ein jeder ebene Durchschnitt, der zugleich durch die Axe Pp geht, die zween zusammengehörigen magnetischen Curven ABCG und QECD darstellen wird. Nennet man jede solche Ebene durch die Axe Pp einen magnetischen *Meri-*

dian, so erhellet, dafs in jedem Punkte U der magnetischen Sphäre die magnetische Richtung UV Tangent der Sphäre seyn und zugleich in dem magnetischen Meridiane durch den Punkt U liegen wird. Der magnetische Aequator, welcher senkrecht auf der Axe Pp durch den Mittelpunkt C steht, wird die Sphäre in einem Kreise schneiden, dessen Durchmesser AQ ist. Durchschneidet man die Sphäre durch den Mittelpunkt C mit einer andern Ebene, die einen Winkel ACU = MCQ = 7° $19'$ mit dem magnetischen Aequator macht, so werden diese zwey Flächen einander in einer geraden senkrecht auf AQ und UM stehenden Linie schneiden, deren Endpunkte folglich 90° von A und U wie auch von M und Q sind. In diesen zween Endpunkten werden also die magnetischen Richtungen mit der Axe Pp und gegenseitig parallel seyn; in den beiden einander entgegengesetzten Punkten U und M sind ebenfalls die magnetischen Richtungen UV und TM parallel, und es ist leicht zu ersehen, dafs das Nämliche der Fall seyn mufs mit jedem Paar andrer Punkte, die einander diametral entgegengesetzt sind.

Bestehet nun der Erde innerer Kern aus einer Masse, welche magnetischer Polarität empfänglich ist (wie denn ihre magnetischen Axen und die veränderliche Lage dieser solches unbestreitbar darthun), so werden auf jedem Punkte T der Erdbahn die magnetichen Kräfte der Sonne durch Vertheilung einen schwachen Magnetismus im Erdkerne nach der Richtung HT auf dieselbe Weise erregen, wie der Erde magnetische Kräfte durch Vertheilung nach einer mit dem Stande der Neigungsnadel parallelen Richtung in jedem Körper von weichem Eisen auf der Erdoberfläche Polarität erregen. Aber bey der täglichen Axendrehung der Erde wird diese Linie TH in einer Zeit von 24 Stunden einen Kegel um die Erdaxe beschreiben. Dieser schwachen und veränderlichen Magnetaxe verschiedene Lage in 24 Stunden müfste eine kleine tägliche Oscillation in der Stellung der Magnetnadel hervorbringen.

Zusatz. Hätte die Erde nur Eine Magnetaxe, so würde, wofern die Trägheit der Erdmasse solches nicht verhinderte, die Umdrehungsaxe mit der magnetischen Axe zusammenfallen, und diese wieder mit der magnetischen Richtung TH. Hat die Erde zween Magnetaxen, die einen Winkel mit einander bilden, so kann man sich eine Linie zwischen ihnen denken, um welche sie

im Gleichgewichte seyn würden*). Diese Gleichgewichtslinie würde demnach, im Falle keiner Verhinderung von der Trägheit der Erdmasse, Rotationsaxe werden und mit der magnetischen Richtung TH zusammenfallen. Allein da der Erde Rotationsaxe und die Lage letzterer bestimmt und die hier gedachte magnetische Kraft im Vergleiche mit der Gravitation vermuthlich überaus klein ist, so kann jenes nicht erfolgen. Der Sonne magnetische Kraft nach der Richtung TH wird (siehe Hptst. 5, §. 39) gefunden mittelst der Formel

$$K = \frac{m}{4\varrho^3} \sqrt{10 + 6 \cos 2u},$$

wo m des Sonnenmagneten absolute Kraft, und ϱ den Radius Vector ST bezeichnet. Macht die obenerwähnte Gleichgewichtslinie mit der Richtung TH einen Winkel $= v$, so ist die Kraft, womit der Sonne magnetische Kräfte jene Linie nach der Richtung TH zu drehen suchen, $= K . \sin v$. Da der Winkel v während des halben Umlaufes der Erde von A nach B beständig seinen Werth ändert, aber in A und B einerley Gröſse hat, so scheint hieraus eine halbjährige Schwankung der Erdaxe entstehen zu müssen. In zween einander entgegengesetzten Punkten der Erdbahn hat der Ausdruck $10 + 6 \cos 2u$ einerley Werth, also verhält sich in zween solchen Punkten die Kraft K umgekehrt wie die Cubi der Abstände. Ist die Excentricität der Erdbahn $= e$, so ist z. B. im Aphelium $\varrho = 1 + e$, im Perihelium $\varrho = 1 - e$, sonach verhalten sich der Sonne magnetische Kräfte auf diesen zween Punkten $= (1 - e)^3 : (1 + e)^3$ $= 1 : 1{,}106$ ungefähr. Nun liegt das Perihelium im Halbkreise ADB, das Aphelium im Halbkreise BEA, also muſs die Winterschwankung etwas gröſser seyn als die Sommerschwankung. Da ferner die Magnetaxen ihre Lage langsam verändern, so muſs auch die obenerwähnte Gleichgewichtslinie ihre Stelle vertauschen, welches wieder in der Lage der Umdrehungsaxe der Erde eine Aenderung machen kann. Sollte sich also ein aus anderen Gründen unerklärbarer Unterschied zwischen der aus Sommer- und Winter-Beobachtungen

*) Wie denn auch der Nordstrich einer Compaſsrose, die mit zween kreuzweise gelegten Magnetnadeln armirt ist, irgendwo zwischen beiden Nadeln der einen näher als der andern fallen wird, je nachdem sie von gleicher oder ungleicher Gröſse und Kraft sind.

gefundenen Schiefe der Ekliptik, zwischen der durch Sonnenhöhen im Sommer und durch den Polarstern im Winter bestimmten Polhöhen zeigen, sollten sich ferner nach Verlaufe einer langen Reihe Jahre Veränderungen in der Polhöhe eines und desselben Ortes*) ausweisen, so liefsen sich diese Veränderungen *vielleicht* aus obengedachten Ursachen erklären.

§. 21. Der Punkt T (Fig. 59) sey der Erde und zugleich des Himmelsgewölbes Mittelpunkt, ♈♋♎♑ sey die Ekliptik, ET ihre Axe, E ihr Pol, PT die verlängerte Erdaxe, HT die im vorigen §. erwähnte mittlere Richtung der magnetischen Kräfte der Sonne; so kann die Breite HK $= d$ und die Länge ♈♋K $=$ ⊙ $+ c$ des Punktes H nach den Formeln im vorigen §. gefunden werden, indem gesetzt wird $l = \pi +$ ♁ $= \pi +$ ⊙ $+ 180°$ $=$ ⊙ $+ 189° \, 53'$. Also sind im Dreyecke PEH folgende Dinge bekannt: die Schiefe der Ekliptik PE $= e$, EH $= 90° - d$, PEH $=$ ♈♋K $-$ ♈♋ $=$ ⊙ $+ c - 90° = v$. Hieraus findet sich

$$\cos PH = \cos PE \, . \, \cos EH - \sin PE \, . \, \sin EH \, . \, \cos PEH$$

$$\text{cotang}\, EPH = \frac{\text{cotang}\, EH \, . \, \sin EP - \cos EP \, . \, \cos PEH}{\sin PEH},$$

oder wenn man setzet PH $= f$, EPH $= g$

$$\cos f = \cos e \, . \, \sin d - \sin e \, . \, \cos d \, . \, \cos v, \quad \text{cotang}\, g = \frac{\text{tg}\, d \, . \, \sin e - \cos e \, . \, \cos v}{\sin v}.$$

Während der Umdrehung der Erde um die Axe PT wird demnach die Linie TH einen Kegel um die Erdaxe beschreiben und die Erdoberfläche in zween Parallelkreisen durchschneiden, deren Abstand von den Polen ist gleich PH $= f$. Ist S der Stand der Sonne in der Ekliptik, so ist der Winkel SPH gleich dem Rectascensionsunterschiede zwischen dem Punkte H und der Sonne. Aber die Rectascension des Poles der Ekliptik E ist $= 270°$, also von H $= 270° -$ FPH $= 270° - g$. Wird der Sonne Rectascension gesetzt $= A$, so ist SPH $= 270° - g - A$; wird dieser Winkel in Zeit verwandelt, so hat man die Culminationszeit des Punktes H.

*) Z. B. die aus Bradleys und Ponds Beobachtungen abgeleitete Polhöhe der Greenwicher Sternwarte.

Sind die magnetischen Hauptaxen der Erde durch Vertheilung von den magnetischen Kräften der Sonne erzeugt, so müssen der Erde nördliche Magnetpole mit den südlichen der Sonne gleichnamig seyn, und umgekehrt. Ferner muſs in diesem Falle die schwache magnetische Kraft, welche nach der Richtung TH erregt wird, mit den nördlichen magnetischen Erdpolen gleichartig seyn. Solange demnach der Punkt H (oder vielmehr der Punkt, wo die Linie TH die Erdoberfläche durchschneidet) ostwärts vom Meridian eines Ortes liegt (richtiger östlich von einem groſsen Kreise, der am Orte mit der Richtung der Magnetnadel zusammenfällt), so wird das Nordende der Magnetnadel gen Osten gezogen; nach der Culmination dieses Punktes zieht sich die Nadel gen Westen.

Ist die Länge der Sonne $= \odot$, ihre Rectascension $= A$, die Schiefe der Ekliptik $= e$, so ist $\tan A = \cos e \cdot \tan \odot$. Für die Anfangspunkte der 6 ersten Zeichen, wie auch für die Punkte A, D und B (Fig. 58) werden sonach folgende Werthe für f und g nebst dem Winkel SPH, in Graden und Zeit ausgedrückt, gefunden.

⊙.		*l.*		*f.*		*g.*		Winkel SPH. In Graden.		Winkel SPH. In Zeit.	
170°	7′	0°	0′	27°	7′	+ 35°	16′	63°	49′	4ˢ	15′
180	0	9	53	28	17	+ 31	9	58	51	3	55
210	0	39	53	33	49	+ 13	10	46	57	3	8
240	0	69	53	31	29	− 6	54	38	45	2	35
260	7	90	0	25	42	− 16	49	27	34	1	50
270	0	99	53	22	6	− 19	29	19	29	1	18
300	0	129	53	14	55	− 20	55	348	44	23	15
330	0	159	53	17	45	+ 36	27	261	27	17	26
350	7	180	0	27	7	+ 35	16	243	49	16	15
0	0	189	53	28	17	+ 31	9	238	51	15	55

Hieraus erhellt, daſs der Winkel f, welchen der Sonne magnetische Ruhelinie HT mit der Erdaxe PT bildet, imgleichen der Winkel g, einerley Werthe in zween einander entgegengesetzten Punkten der Ekliptik haben. Der gröſste Werth von f ist gegen 34° und trifft ein, wenn die Sonne in ♏ oder in ♉ ist,

also zu Anfange Novembers und Mays. Der kleinste Werth von f ist etwa 15° und trifft ein, wenn die Sonne in ♒ oder in ♌ ist, also in den Monaten Februar und August. Ferner ergiebt sich, daſs, wenn die Sonne in ♑ ist, also zu Anfange des Jahres, der Winkel SPH = 0° ist, d. h. HT fällt mit dem Declinationskreise PST durch die Sonne zusammen, so daſs der Punkt H des Mittags culminiret. Im folgenden halben Jahre culminirt dieser Punkt in den Vormittagsstunden, im vorgehenden in den Nachmittagsstunden. Eine solche schwache veränderliche magnetische Nebenaxe, erregt durch Vertheilung in der Erde vermittelst der magnetischen Kräfte der Sonne, kann somit der Magnetnadel tägliche Schwingungen nicht erklären; denn in diesem Falle würde der Nadel gröſste Elongation an keine feste Zeit des Tages gebunden seyn, welches doch, wie die Erfahrung lehrt, der Fall ist.

§. 22. Endlich lieſse sich denken, der Sonne magnetische Kräfte wirketen unmittelbar auf die Magnetnadel, und der verschiedene Winkel, welchen die Mittelrichtung TH der magnetischen Kräfte der Sonne zu verschiedenen Tageszeiten mit der Magnetnadel macht, könnte eine solche tägliche Oscillation verursachen. Wir wollen untersuchen, ob diese Hypothese die Erscheinungen erklären möge.

I. L (Fig. 59) sey derjenige Punkt, wo eines Ortes verlängerte Vertikallinie (Erdradius) das Himmelsgewölbe trifft. Leget man durch die Punkte P, L und H die zween Bögen eines groſsen Kreises PL und LH, so ist PL gleich dem Complemente der Breite des Ortes, LH das Maas desjenigen Winkels, den des Ortes Vertikallinie mit der mittleren Richtung TH der magnetischen Kräfte der Sonne bildet, und der sphärische Winkel PLH ist derjenige Winkel, welchen ein Vertikalkreis durch TH mit dem Meridiane des Orts bildet. Ist PS ein Declinationskreis durch die Sonne, so ist nach obigem §. der Winkel SPH $= 270° - g - A$. Aber der Winkel SPL ist der Sonne Stundenwinkel oder die in Grade verwandelte wahre Zeit. Wird dieser Winkel SPL $= t$ gesetzt, so ist der Winkel LPH $=$ SPH $-$ SPL $= 270° - g - A - t = z$; ferner ist im Dreyeck LPH, wenn die Breite des Ortes gesetzt wird $= p$, der Bogen PL $= 90° - p$, der Bogen PH $= f$. Hieraus findet sich

$$\cos LH = \cos PL \cdot \cos PH + \sin PL \cdot \sin PH \cdot \cos LPH$$

$$\text{cotang PLH} = \frac{\text{cotang PH . sin PL} - \text{cos PL . cos LPH}}{\text{sin LPH}},$$

oder, wenn man setzet LH $= h$, PLH $= i$

$$1)\quad \cos h = \sin p . \cos f + \cos p . \sin f . \cos z$$

$$2)\quad \text{cotang}\, i = \frac{\text{cotang}\, f . \cos p - \sin p . \cos z}{\sin z}.$$

II. ANBS (Fig. 60) sey des Ortes Horizont, ZL die Vertikallinie, HL die mittlere Richtung der magnetischen Kräfte der Sonne (dieselbe wie die Linie HT Fig. 59); NLS sey des Ortes Mittagslinie, N ihr Nordpunkt, S ihr Südpunkt. Man lege durch die Vertikallinie ZL und die Linie HL den Vertikalkreis ZHAB, so ist der Bogen ZH ($=$ LH Fig. 59) $= h$, ALN ($=$ PLH Fig. 59) $= i$. Ist lLi die Stellung der Neigungsnadel, und man leget durch lLi den Vertikalkreis ZMlm, so wird MLm die Stellung der Abweichungsnadel und NLM die westliche Abweichung des Compasses. Die magnetischen Kräfte der Sonne wirken also auf die horizontale Magnetnadel nach der Richtung HLh, anziehend oder abstofsend den Nordpol der Nadel, je nachdem der nördliche Magnetpol der Sonne mit demselben gleichartig oder ungleichartig ist. Sind der Erde magnetische Axen durch Vertheilung mittelst der Einwirkung der magnetischen Kräfte der Sonne erzeuget, so mufs der magnetische Nordpol der Sonne ungleichartig seyn mit den magnetischen Nordpolen der Erde, und da diese wieder mit dem Nordpole der Erde ungleichartig sind, so mufs der Nordpol der Sonne das Nordende der Nadel abstofsen. Unter dieser Voraussetzung wirken sonach der Sonne magnetische Kräfte in der Fläche HLM abstofsend das Nordende der Nadel ML und anziehend ihr Südende Lm, mit einer Kraft, die mit dem Sinus des Winkels HLM proportionirt ist. Da aber diese Kraft in einer Fläche HML wirket, welche einen schiefen Winkel HMN mit dem Horizonte macht, so kann sie in zween Seitenkräfte aufgelöset werden, deren eine senkrecht gegen den Horizont, die andere parallel mit demselben ist. Die erstere derselben wird bey der Nadel eine vertikale, die letztere eine horizontale Bewegung verursachen.

Im Dreyeck HZM ist HZ $= h$, ZM $= 90°$, HZM $=$ AN $+$ NM $= i + \delta$, wenn die Abweichung NLM $= \delta$ gesetzt wird. Also findet sich

$$\cos HM = \cos HZ . \cos ZM + \sin HZ - \sin ZM . \cos HZM$$

$$\text{cotang}\, HMZ = \frac{\text{cotang}\, HZ . \sin ZM - \cos ZM . \cos HZM}{\sin HZM},$$

und wenn die obigen Werthe eingesetzt werden

$$3)\quad \cos HM = \cos y = \sin h . \cos(i + \delta)$$

$$4)\quad \text{tg}\, HMZ = \text{tg}\, m = \text{tg}\, h . \sin(i + \delta).$$

III. Ist die Intensität der magnetischen Kräfte der Sonne in demjenigen Punkte der Erdbahn, wo die Erde ist, $= S$, so ist sonach diejenige Kraft, womit sie die Nadel in der Fläche HLM zu bewegen streben, $= S . \sin HLM = S . \sin y$. Derjenige Theil dieser Kraft, der mit dem Horizonte parallel ist, wird also dadurch gefunden, daſs man obige Ausdrücke multipliciret mit $\cos HMA = \sin HMZ = \sin m$. Wird dieser Theil der Kraft gesetzet $= P$, so ist $P = S . \sin y . \sin m$. Endlich wird die magnetische Intensität gefunden nach der Formel $\frac{1}{\varrho^3}\sqrt{10 + 6 \cos 2u}$, wo u dieselbe Bedeutung hat wie in §. 20, und ϱ den Radius Vector desjenigen Punktes der Erdbahn bezeichnet, worin die Erde ist. Ist die Excentricität der Erdbahn $= e = 0{,}01678$, der Sonne wahre Länge $= \odot$, ihre wahre Anomalie $= a$, so ist, da die Länge der Sonnenferne ist $= 99° 49'$, $a = \odot - 99° 49'$, und $\varrho = \frac{1 - e^2}{1 - e \cos a}$.

Also wird

$$P = \left(\frac{1 - e \cos a}{1 - e^2}\right)^3 . \sin y . \sin m . \sqrt{10 + 6 \cos 2u}.$$

Solange also der Winkel m positiv ist, wird die Nadel nach West, wird er negativ, alsdann nach Ost getrieben.

IV. Ist die Neigung MLI $= \mathfrak{J}$, so ist ZMI $= 90° + \mathfrak{J}$. Setzet man HI $= v'$, HIZ $= m'$, so findet man auf dieselbe Weise wie oben

$$\cos HI = \cos HZ . \cos ZI + \sin HZ . \sin ZI . \cos HZI$$

$$\text{cotang}\, HIZ = \frac{\text{cotang}\, HZ . \sin ZI - \cos ZI . \cos HZI}{\sin HZI},$$

oder

$$5)\quad \cos y' = \sin h \,.\, \cos \mathfrak{J} \,.\, \cos(i+\delta) - \cos h \,.\, \sin \mathfrak{J}$$

$$6)\quad \operatorname{cotang} m' = \frac{\operatorname{cotang} h \,.\, \cos \mathfrak{J} + \sin \mathfrak{J} \,.\, \cos(i+\delta)}{\sin(i+\delta)}.$$

Diejenige Kraft, womit der Sonne magnetische Kräfte die Neigungsnadel in der Fläche HIL zu bewegen streben, ist sonach $= S \,.\, \sin y'$, und derjenige Theil derselben, welcher parallel wirket mit der Vertikalebene ZMI $= P' = S \,.\, \sin y' \,.\, \cos m'$. Solange also m' kleiner ist als 90°, oder $y' < 180°$, vergrößsert die Kraft P' die Neigung, im entgegengesetzten Falle vermindert sie dieselbe.

Da sowohl die Polhöhe des Ortes, als die Abweichung der Magnetnadel auf die Gröfse der Kraft P Einflufs äufsern, so werden die nach dieser Hypothese berechneten täglichen Schwingungen der Magnetnadel von verschiedener Gröfse seyn und zu verschiedenen Zeiten an Orten eintreffen, wo Abweichung und Polhöhe verschieden sind. Allein da die Winkel f und g nach dem vorigen §. einerley Gröfse auf zween einander entgegengesetzten Punkten der Erdbahn haben, so erhalten auch die Winkel h und i (I. 1, 2) einerley Werth, wenn der Winkel z an beiden Orten gleich grofs ist. An dem einen Orte sey $z = 270° - g - A - t$, an dem andern $z' = 270° - g - A' - t'$, so ist $z = z'$, wenn $A + t = A' + t'$; aber an zween einander diametral entgegengesetzten Orten der Erdbahn ist $A = A' - 180°$; also wird $z = z'$, wenn $t' - t = 180°$. Hieraus folgt, dafs die Winkel h und i, folglich auch die Winkel y und m (II. 5, 4) an solchen zween Orten dieselben Werthe erhalten, nur an letzterem Orte 12 Stunden später als an ersterem. Da aber $P = S \,.\, \sin y \,.\, \sin m$ (III.), so ergiebt sich hieraus, dafs der Nadel gröfste östliche oder westliche Elongation in der einen Jahreshälfte 12 Stunden später eintreffen würde, als in der andern; welches der Erfahrung widerstreitet.

Wird in Paris angenommen die Polhöhe $p = 48° \, 50'$, die Abweichung $\delta = 21° \, 30'$, so finden sich für die Kraft P für die vier Jahreszeiten folgende Werthe zu verschiedenen Stundenzeiten des Tages:

Werth von P.				
Uhr.	Frühlings-Nachtgleiche.	Sommer-Sonnenwende.	Herbst-Nachtgleiche.	Winter-Sonnenwende.
0	— 0,2004	+ 0,3896	+ 1,0559	+ 0,5102
1	+ 0,0027	+ 0,5795	+ 0,8571	+ 0,3100
2	+ 0,2357	+ 0,7418	+ 0,6280	+ 0,1211
4	+ 0,6828	+ 1,0095	— 0,0126	— 0,1740
6	+ 1,1591	+ 1,1205	— 0,2354	— 0,2968
8	+ 1,3646	+ 1,0453	— 0,4790	— 0,2141
10	+ 1,3420	+ 0,8041	— 0,4565	+ 0,0521
12	+ 1,0769	+ 0,4620	— 0,1965	+ 0,4303
13	+ 0,8740	+ 0,2807	+ 0,0264	+ 0,6400
14	+ 0,6404	+ 0,1096	+ 0,2311	+ 0,8193
16	— 0,0129	— 0,1576	+ 0,6696	+ 1,1149
18	— 0,2400	— 0,2687	+ 1,1170	+ 1,2374
20	— 0,4885	— 0,1939	+ 1,3381	+ 1,1544
22	— 0,4655	+ 0,0472	+ 1,3159	+ 0,8881

Aus vorstehender Tabelle geht hervor, daſs in Gemäſsheit dieser Hypothese der Nadel *westlichster Stand* um die Frühlings-Nachtgleiche *Abends* um 8 oder 9 Uhr, um die Sommer-Sonnenwende Abends um 6 Uhr, um die Herbst-Nachtgleiche um 20 oder 21 Uhr d. h. gegen 9^u des Vormittags, und um die Wintersonnenwende um 18^u, d. i. um 6^u des Vormittags eintreffen würde. Der östlichste Stand würde, denselben Berechnungen zufolge, um die Frühlings-Nachtgleiche Vormittags um 8^u, um die Sommersonnenwende Vormittags um 6^u, um die Herbst-Nachtgleiche Abends um 8 oder 9 Uhr und um die Wintersonnenwende etwa um 7^u des Abends eintreffen. Diese Hypothese scheint also auch nicht hinzureichen, um diese täglichen Oscillationen der Magnetnadel zu erklären.

§. 25. Noch zeigt sich ein Umstand bey den täglichen regelmäſsigen Oscillationen der Magnetnadel, welcher vielleicht schwieriger zu erklären ist als alle übrigen. Aus der Periode der Oscillationen, welche mit dem Sonnentage zusammenfällt, leuchtet nämlich ein, daſs sie aus der Sonne entspringen. Warum sind aber denn die Winteroscillationen kleiner als diejenigen im Sommer? Alle andern dynamischen Wirkungen der Sonne auf die Erde sind des

Winters in Gemäfsheit des geringeren Abstandes stärker als des Sommers. Unter übrigens gleichen Umständen (bey gleicher Sonnenhöhe und gleicher Klarheit unsrer Atmosphäre) ist z. B. die leuchtende und erwärmende Kraft der Sonne im Winter gröfser als im Sommer. Was einzig den Sommer vor dem Winter auszeichnet, ist der Sonne gröfsere Höhe über dem Gesichtskreis in jener Jahreszeit. Sollte dieses vielleicht auch von einigem Einflusse seyn auf die Wirkung der magnetischen Kräfte der Sonne? Sollte etwa das Licht das Vehikel der magnetischen Kräfte abgeben? Haben wir vielleicht bisher in dieser Untersuchung geirrt, indem wir die magnetische Kraft als eine durchdringende behandelten, die sich eben so wohl auf die Nadel äufserte, wenn die Sonne unter, als wenn sie über dem Gesichtskreise war? Aus *Gilpins* Beobachtungen geht hervor, dafs der Nadel tägliche Oscillation ungefähr mit dem Aufgange und Untergange der Sonne anfängt und endet, dergestalt dafs sie in der Nacht beynahe stillstehend ist. Dies scheint die oberwähnte Muthmafsung zu bestätigen. Gleichwie man die Wirkung eines Magneten auf eine Magnetnadel dadurch vermindern kann, dafs man eine Fläche weichen Eisens dazwischensetzet, welche, so zu sagen, die magnetischen Kräfte auf einen andern Weg lenkt, und gleichwie man in den sogenannten *isolirten Compässen* durch Einschliefsung der Nadel in eine Dose von weichem Eisen der Störung der Nadel durch andre magnetische Kräfte vorbeugen zu können glaubt, gerade so würden vielleicht die magnetischen Kräfte der Sonne durch die dazwischentretende Erdmasse absorbiret, wenn nämlich die Nadel während der täglichen Umdrehung der Erde in die Schattenseite der Erde hineinkommt. In solchem Falle müfsten die Werthe von P im vorigen §. noch multiplicirt werden mit dem Sinus der Sonnenhöhe über den Pariser Horizont.

Bezeichnet h die Höhe der Sonne, d ihre Declination, t ihren Stundenwinkel, p die Polhöhe, so ist $\sin h = \sin p \,.\, \sin d + \cos p \,.\, \cos d \,.\, \cos t$. Ist die Pariser Polhöhe $p = 48^\circ\, 50'$, und setzet man $d = 0$, oder $d = \pm 23^\circ\, 28'$, endlich nach und nach $t = 0^\circ, 15^\circ, 30^\circ$ u. s. w., so findet man aus obiger Formel die Höhen der Sonne über den Pariser Horizont des Mittags, um 1^u, 2^u u. s. w. an den Tagen der Sonnenwenden und der Nachtgleichen. Mit dem Sinus dieser solchergestalt berechneten Sonnenhöhen sind die Werthe von P

im vorigen §. multiplicirt, und die nachstehende Tabelle enthält diese Producte $P \cdot \sin h = \mathfrak{P}$.

Stunden.	Nachtgleichen.			Sonnenwenden.			
	⊙ Höhe.	Frühling.	Herbst.	Sommer.		Winter.	
		𝔓.	𝔓.	⊙ Höhe.	𝔓.	⊙ Höhe.	𝔓.
6 Vorm.	0° 0′	0,0000	0,0000	17° 27′	— 0,0806	. . . .	. . . . .
8 —	19 13	— 0,1608	+ 0,4404	36 59	— 0,1166	0° 7′	+ 0,0023
10 —	34 45	— 0,2654	+ 0,7502	55 21	+ 0,0388	12 54	+ 0,1983
12 —	41 10	— 0,1319	+ 0,6951	64 38	+ 0,3520	17 42	+ 0,1551
1 Nachm.	39 29	+ 0,0017	+ 0,5449	62 0	+ 0,5117	16 28	+ 0,0879
2 —	34 45	+ 0,1343	+ 0,3580	55 21	+ 0,6102	12 54	+ 0,0270
4 —	19 13	+ 0,2247	— 0,0041	36 59	+ 0,6075	0 7	— 0,0004
6 —	0 0	0,0000	0,0000	17 27	+ 0,3560	. . . .	. . . . .

Aus vorstehender Tabelle ersieht man, daſs nach dieser Hypothese die Nadel folgende Bewegungen haben würde. Um die Frühlings-Nachtgleiche würde sie von Sonnenaufgang an etwas ostwärts gehen bis um 10 Uhr des Vormittags, worauf sie gen Westen wandern und ihre westliche *Elongation* zwischen 2 und 4 Uhr des Nachmittags erreichen würde. Um die Herbst-Nachtgleiche würde sie westwärts wandern von Sonnenaufgang an bis zwischen 10 und 12 Uhr des Vormittags, worauf sie des Nachmittags wieder nach Osten zurückkehren würde. Um die Sommersonnenwende würde die Nadel nach Osten wandern von Sonnenaufgang an bis 8 Uhr des Vormittags, hierauf nach Westen bis 2 Uhr des Nachmittags, und des Abends wieder zurück nach Osten, doch dergestalt, daſs sie in den Abendstunden westlicher wäre als in den Morgenstunden. Endlich wanderte die Nadel um die Wintersonnenwende nach Westen von Sonnenaufgang an bis zwischen 10 und 12 Uhr des Vormittags, und von da zurück nach Osten bis Sonnenuntergang. Ferner würden die Oscillationen im Sommer etwa drey Mal so groſs seyn als im Winter.

Obzwar nun diese Ergebnisse der Erfahrung ziemlich entsprechen, so sind doch der Mishelligkeiten zu viele, als daſs dieses Problem auf diese Weise als vollkommen gelöst betrachtet werden könnte. Vielleicht wäre eine glückliche

Verknüpfung mehrerer in den vorigen §§. aufgestellten Hypothesen zur Erklärung aller Umstände dieser Erscheinung erforderlich. Dafs *Cantons**) Erklärung (welche meines Wissens die einzige bisher gegebene, wenigstens die einzige ist, die einige Wahrscheinlichkeit hat) nicht genügend seyn könne, ergiebt sich aus folgenden Gründen. Wäre die tägliche Wanderung der Nadel die Folge einer täglichen Zu- und Abnahme der Kräfte der Magnetaxen, erregt durch ihre gegenseitige Erwärmung von der Sonne und Wiederabkühlung, so müfste der Nadel westliche Elongation an allen Orten der Erdkugel in einem und demselben Augenblicke eintreffen; allein dies ist, wie uns die Erfahrung gelehrt hat, nicht der Fall. Ueberdies ist nach Hptst. 7 die Länge der Magnetaxen nicht gröfser als die Hälfte des Erddurchmessers; der Abstand ihrer Endpunkt von der Erdfläche ist somit ungefähr $\frac{1}{2}$ Erdhalbmesser oder 430 geographische Meilen; allein wie würde die Sonnenwärme binnen wenigen Stunden bis zu einer solchen Tiefe hingelangen?

Wir sind also wohl zu dem Geständnisse genöthigt, dafs wir die wahre Ursache dieser Erscheinung noch nicht kennen. Und da uns alle Umstände derselben noch nicht bekannt sind, so scheint es jetzt zu frühzeitig zu seyn nach einer Theorie derselben zu forschen. Etwas Neues können uns Beobachtungen in *Europa* wohl schwerlich weiter lehren, zumal wenn uns die Beobachtungen künftighin, wie bisher beynahe durchgängig geschehen ist (*Gilpins* jedoch ausgenommen), blos monatliche Mittelzahlen des Standes der Nadel zu bestimmten Tageszeiten mittheilen. Jede solche Mittelzahl setzt eine Periode voraus, die mit dem Sonnentage zusammenfällt; hat die Erscheinung zugleich andre Unregelmäfsigkeiten, deren Periode mit dem Sonnentage nicht zusammenfällt, so verschwinden die Spuren derselben in den monatlichen Mittelzahlen. Gesetzt z. B. die Nadel machte eine kleine Schwingung von ein paar Minuten kurz nach der Culmination des Mondes, so würde, da der Mondentag beynahe eine Stunde länger ist als der Sonnentag, diese Unregelmäfsigkeit in der Zeit eines synodischen Monats oder in $29\frac{1}{2}$ Tagen in 24 Stunden die Runde durchlaufen oder nachgrade zu allen 24 Stunden des Tages eintreffen.

*) Siehe oben §. 8, S. 422-423.

Eine solche Unregelmäſsigkeit lieſse sich folglich durch die monatlichen Mittelzahlen nicht entdecken. Was hingegen diesen dunkeln Gegenstand über die Maſsen aufhellen könnte, wären *Beobachtungen über der Nadel tägliche Schwingungen und Bestimmung der Epochen der letzteren an mehreren Orten nahe an den beiden Erdpolen und am Aequator*, wie in Grönland, der Hudsonsbay, der Behringsstraſse, Sibirien, am Vorgebirge der guten Hoffnung, am Feuerlande, in Neuholland u. s. w. Durch Vergleichung der Stundenzeit der gröſsten westlichen und östlichen Elongation der Nadel an allen diesen Orten würde man wahrscheinlich auf die rechte Spur kommen. Man versäume nicht die Untersuchung dieser Bewegungen der Magnetnadel, weil sie so *klein* sind, daſs sie fast nicht anders als mit bewaffnetem Auge zu bemerken sind. Gleichwohl möchten sie vielleicht zu *groſsen* Resultaten leiten, wie sie denn schon zum Theil zu solchen geleitet haben, was in der zweyten Abtheilung dieses Werkes vom Polarlichte an den Tag gelegt werden wird; und je mehr sie sich in Dunkel verhüllen, desto tiefer muſs ihre Ursache liegen, desto mehr verdient diese also ergründet zu werden.

§. 24. Ehe ich gegenwärtige Untersuchung von den mechanischen Erscheinungen des Magneten ganz beseitige, kann ich nicht umhin *einige* Fragen zu berühren, die sich von selber aufdrängen und deren glückliche Beantwortung in viele andere Zweige der Naturkunde scheint eingreifen zu müssen, obgleich hinwiederum eine solche Beantwortung theils bey dieser Untersuchung nicht vonnöthen ist, theils vermuthlich Kenntnisse voraussetzet, die auſserhalb unsers gegenwärtigen Gesichtskreises liegen. Diese Fragen sind folgende: *Warum ist die Länge der Magnetaxen der Erde auf $\frac{1}{3}$ oder $\frac{1}{2}$ des Erddurchmessers eingeschränkt?* oder mit andern Worten: *warum reichen sie nicht grade bis auf die Erdoberfläche? Was hat jene zwiefache magnetische Differenz im Innersten der Erde erregt? Wie sollen wir uns die Möglichkeit der Bewegung der Magnetaxen denken, und was ist die Ursache dieser Bewegung?*

Die erste Frage vermag ich nicht anders als auf folgende Weise zu beantworten. Der Erde innerer Kern ist eine metallische Kugel, dessen Halbmesser zwischen $\frac{4}{10}$ und $\frac{5}{10}$ des Erdhalbmessers ist, die Kugel muſs aus einem der

drey Metalle, Eisen, Nickel oder Kobalt bestehen, welche, so weit unsre heutige Erfahrung reicht, die einzigen sind, so der magnetischen Kräfte in einem bedeutenden Grade empfänglich sind. Aus *Bouguers* und *Condamines* Beobachtungen am nördlichen und südlichen Fuße des Chimborasso und noch besser aus denjenigen des *Maskelyne* am Berge *Shehallien* in Schottland ist bekannt, daſs die mittlere Dichtigkeit der Erdkugel $4\frac{1}{2}$mal gröſser ist als diejenige des Wassers. *Schubert* bemerkt deſsfalls in seiner populären Astronomie (3 Th., S. 232): "es ist sehr merkwürdig, daſs die specifische Schwere oder Dichtigkeit der ganzen Erdkugel, als eine gleichförmige Masse betrachtet, auf das genaueste mit der Dichtigkeit des reinen *Magnets* übereinkömmt, worin diejenigen, die annehmen, daſs die eigentliche Erdkugel aus einem groſsen magnetischen Kern bestehe, eine starke Bestätigung ihres Systems finden werden. Dieser magnetische Kern machte dann den eigentlichen Bestandtheil der Erde aus, und Gold, Eisen, Wasser u. s. w. wären nur auf der Oberfläche hingeworfene Spähne, oder Fragmente der äuſsern Rinde, die auf die specifische Schwere des ganzen Körpers um so weniger Einfluſs haben können, da sie durch Höhlen und leere Räume ersetzt werden". Dieser Schubertsche Satz muſs in Gemäſsheit des Obigen dahin modificiret werden: Ist der Radius des innern Metallkernes gleich $\frac{1}{2}$ Erdradius, so ist sein Cubikinhalt gleich $\frac{1}{8}$ desjenigen der Erde, sonach der Cubikinhalt der äuſseren Kugelrinde $\frac{7}{8}$ desjenigen der Erde. Wird der Cubikinhalt der ganzen Erdkugel als Einheit angenommen, ihre mittlere Dichtigkeit $= m$, die Dichtigkeit des Kernes $= n$, der Rinde $= x$, so ist $\frac{7}{8} \cdot x + \frac{1}{8} \cdot n = 1 \cdot m$, also $x = \frac{1}{7}\,(8m - n)$. Wird angenommen $m = 4{,}5$, und daſs

		Magnet,	Kobalt,	Eisen,	Nickel;
der Kern bestehe aus		Magnet,	Kobalt,	Eisen,	Nickel;
so wird nach Bergmann	$n =$	4,50	7,70	7,80	9,00
also der Rinde mittlere Dichtigkeit	$x =$	4,50	4,04	4,03	5,85

Die mittlere Dichtigkeit der Rinde wird also selbst in den drey letzteren Fällen noch gröſser als diejenige der meisten Erdarten, und muſs sonach aller Vermuthung nach noch starke metallische Mischungen oder Schichten enthalten, wodurch die Meinung derer, welche viele Kraftäuſserungen der Erde aus galvanischen Kräften ableiten wollen, einige Stärke gewinnt.

Anlangend die zweyte Frage von dem Ursprunge der magnetischen Axen, so können wir uns dieselben denken entweder als zugleich mit der Erde selbst hervorgebracht, oder später entstanden. In ersterem Falle ist kein Grund ihrer veränderten Lage einzusehen, in letzterem müssen sie entweder durch der Erde *eigene*, oder durch *äuſsere Kräfte* erzeuget seyn. Wären die Axen durch eine innere Thätigkeit in der Erde selbst entstanden, so scheint sich hinwiederum ihre veränderte Lage nicht leicht erklären zu lassen, und der entgegengesetzten Kräfte Streben nach Vereinigung möchte wohl auch eine kräftige äuſsere Anregung erheischen, wenn eine solche Scheidung möglich werden sollte. Es scheint mir sonach am wahrscheinlichsten, ihren Ursprung in der Sonne als der Urquelle aller Lebensäuſserungen zu suchen; und diese Vermuthung wird durch die obigen Bemerkungen über der Nadel tägliche Oscillationen bestätigt. Man könnte sich also denken, die Sonne habe Eine oder mehrere magnetische Axen, und diese erregeten durch Vertheilung die magnetische Differenz in der Erde, dem Monde und allen denjenigen Globen des Planetensystems, deren innerer Bau eine solche gestattete. Allein dadurch scheint die Hauptschwierigkeit nicht überwunden, sondern dem Auge blos in weitere Ferne entrückt worden zu seyn; denn man fragt mit demselben Grunde: *woher hat denn die Sonne ihre magnetischen Kräfte erhalten?* Nehmen wir von der Sonne unsre Zuflucht zu einer Centralsonne, und von dieser wiederum zu einer universellen magnetischen Richtung im Universum, dessen Aequator die Milchstraſse wäre, so reihen wir Glied an Glied in einer freischwebenden Kette, wo ein jedes an einem vorigen hinge, ohne daſs ihrer irgend eines einen festen Stützpunkt hätte. Mir däucht deshalben folgende Vorstellungsart die natürlichere zu seyn. Wenn ein Glob allein frei im unermeſslichen leeren Raume schwebete, so würden die entgegengesetzten Kräfte der Materie auf diesem entweder in Ruhe seyn oder sich ihrer Natur gemäſs bald in Ruhe setzen, und alles Leben würde auf demselben bald erlöschen. Denken wir uns noch eine Kugel hervorgebracht, so entsteht zwischen beiden ein Wechselverhältniſs; eine der Folgen desselben ist ein gegenseitiges Bestreben nach Vereinigung, welches man mit dem nichtsbesagenden Worte Attraction belegt und oft dadurch erklärt glaubt. Sollte dieses Streben die einzige Folge jenes Wechselverhältnisses seyn?

Ist es nicht glaublicher, daſs, wenn der Grundkräfte indifferenter oder ruhender Zustand aufgehoben wird, sie alsdann ihre Thätigkeit in allen möglichen Richtungen äuſsern, so daſs alle mögliche Gegensätze hervortreten? Der elektrische Gegensatz wird nicht blos durch Reibung, sondern auch durch Berührung hervorgerufen, wahrscheinlicher Weise auch, obwohl in ungleich geringerem Grade, durch zweyer Körper Wechselverhältniſs auf Abstand; denn Berührung ist nur, und noch obendrein nur für einige wenige Theilchen, der möglichst geringste Abstand. Ist es nicht denkbar, daſs der magnetische Gegensatz auf dieselbe Weise entstehen könnte? Wenn der Physiker und Mathematiker keiner andern Wirkung der gegenseitigen Wechselverhältnisse zweyer Körper auf Abstand achtet, als des Strebens nach Vereinigung (Attraction), solange sie bey ihren Untersuchungen nichts anders bedürfen als einer bewegenden Kraft, so handeln sie folgerecht; allein behaupten sie keine andere Thätigkeit *könne* daraus entstehen, so muſs diese Behauptung bewiesen werden, und sie zu beweisen wird wohl schwer halten.

Es scheint mir also möglich, daſs durch das Wechselverhältniſs, welches zwischen der Sonne und allen Planeten und zwischen letzteren und ihren Trabanten Statt findet, in jedem dieser Globen, sofern dessen materielle Bestandtheile solches gestatten, ein magnetischer Gegensatz erregt werden könne, in einer Richtung, welche abhängig seyn muſs von der Lage der Umdrehungsaxe gegen die Fläche der Bahn. Jeder der Planeten könnte also in der Sonne eine eigene magnetische Axe erzeugen; da aber ihre Bahnen nur kleine Winkel wechselseitig mit einander und dem Sonnenäquator machen, so fallen diese magnetischen Axen vielleicht insgesammt mit der Umdrehungsaxe jener zusammen. Die Planeten, welche ohne Monden sind, würden alsdann nur Eine magnetische Axe haben, die übrigen allemal eine Axe mehr als sie Monden haben, sofern diese verschiedenen Axen wegen des gegenseitigen geringen Winkelabstandes der Mondbahnen nicht etwa in eine einzige zusammenfielen. Die conischen Bewegungen der Rotationsaxen der Planeten um die Pole der Ekliptik (bey der Erde die Präcessionsbewegung), verbunden mit der rotirenden Bewegung der Bahnen um die Aequatorialfläche der Sonne (welche bey der Erde die gegenwärtige Abnahme der Schiefe der

Ekliptik verursacht), möchte dann vielleicht die veränderte Lage der Axen erklären. Diese Vermuthung würde sehr bestärkt werden, falls (was doch etwas zweifelhaft scheint) die am Schlusse des dritten Hauptstückes gefundene grofse Magnetperiode, nach deren Verlaufe beide Magnetaxen wieder dieselbe Lage einnehmen, wirklich als mit der Präcessionsperiode zusammenfallend gefunden werden sollte.

Ende des ersten Theiles.

ANHANG,

ENTHALTEND

BEOBACHTUNGEN

DER

ABWEICHUNG UND NEIGUNG

DER MAGNETNADEL.

I. TAFEL.

Abweichung der Magnetnadel

für verschiedene Orte der Erde, nebst dem Namen des Beobachters, der Beobachtungszeit, und der geographischen Breite und Länge des Beobachtungsortes (1).

Namen der Orte	Beobachter	Zeit der Beobachtung		Magnetische Abweichung	Jährl. Veränd.	Geographische		
							Länge	
Dänemark, Norwegen und Schweden.						Breite	Ferro	Greenwich
Arendal, Norw. . .	Vibe und Aubert .		1796	21°20w	′	58°34′	26° 5′	8°25′
Arboga, Schw. . . .	. . . . . .		1799	17 25		59 23	33 25	15 45
Avestad, Schw. . . .	. . . . . .		1799	17 40		59 55	34 13	16 33
Bergen, Norw. . . .	Holm . .	8 Juni	1768	19 20	—	60 24	23 1	5 21
	Vibe . . .	— —	1791	24 45	7,9			
	id. . . .	— —	1792	25 30	—			
Bommel Insel, Norw.	id. . . .	— —	1792	24 52		59 34	22 55	4 19
Bessested, Island . .	Lievog . .	— —	1780	34 30		64 16	355 36	337 56
Christiansund, Norw.	Holm . . .	28 Mai	1768	16 30		63 7	25 46	8 6
Christiansand, Norw.	Aubert . .	— —	1794	22 0	12,7	58 8	25 38	7 58
Christiania, Norw. .	Holm . . .	27 Oct.	1761	15 15		59 55	28 22	10 42
	id. . . .	15-30 Jan.	1769	16 45	12,6			
	Hansteen	23 Jan.	1816	20 15	4,5			
	id. . . .	10 März	1817	20 5				
Carlberg, Schw. . .	. . . . . .	— —	1799	17 5				
Carlscrone, Schw. .	. . . . . .	— —	1716	11 15		56 10	33 11	15 31
Dyrefiords Hafen, Isl.	Löwenörn	16 Juli	1786	42 41		65 52	358 51	341 11
Fahlun, Schw. . . .	. . . . . .	— —	1799	18 45		60 36	33 15	15 35
Flekkeröe, Norw. .	Löwenörn	14-16 Oct.	1783	19 29		58 6	24 37	6 57

Namen der Orte. Dänemark, Norwegen und Schweden.	Beobachter	Zeit der Beobachtung	Magnetische Abweichung	Jährl. Veränd.	Geographische Breite	Länge Ferro	Länge Greenw
				'	° '	° '	° '
Fredriksborg, Dän.	Hansteen .	22 Juni 1810	18°50w				
Götheborg, Schw.	Gädda . .	— — 1694	8 30	6,3	57 42	29 34	11 54
	Elvius . .	22 Juni 1748	12 40				
Havnefiord, Isl. . .	Löwenörn	6 Aug. 1786	35 21		64 4	355 49	338 9
Holmenshavn, Isl. .	Lowenörn	17 Mai 1786	43 9		64 9	355 49	338 9
Hammerfest, Norw.	Holm . . .	18 April 1765	6 50		70 40	41 16	23 36
Husstappen, Insel am Nordcap, Norw. .	Holm . . .	12 Juni 1766	7 0		71 8		
Hvalöers Kirche, Norw	Holm . . .	17 Nov. 1768	16 25		59 2	28 46	11 6
Hveen Ins., Dän. .	Bartholin .	— — 1672	2 35		55 54	30 22	12 42
Helsingöer. Dän. (2)	Astr. Jahrb. 1779 . .	— — 1761	14 0		55 57	30 18	12 38
Hedmora, Schw. . .	Hiorter . .	— — 1748	9 10				
Jukasjerwi, Schw. .	Hellant . .	Febr. 1776	11 30		67 51	38 35	20 55
Kielvigs Kirche, Norw.	Holm . . .	15 Juni 1766	5 30		71 0	43 41	26 1
Karasjok, Norw. . .	Holm . . .	— — 1768	6 50		69 28	42 55	25 15
Kongswinger, Norw.	Vibe . . .	— — 1779	17 30		60 12	29 45	12 5
Kullens, Leuchtt. .	Schultén .	26 Juni 1803	21 0		56 18	30 8	12 28
Köping, Schw. . . .	. . . . . .	— — 1799	17 15		59 30	53 36	35 56
Nya Kopparberget, S.	. . . . . .	— — 1799	17 25		59 52	32 37	14 57
Kongsör, Schw. . .	Hiorter . .	— — 1746	9 30				
Kusamo Kirche, Schw.	Hellant . .	— — 1776	5 30		65 51	46 45	29 5
Kopenhagen, Dän. (3)	Luchtemacher . . .	— — 1649	1 30 ö	13,3	55 41	30 15	12 35
	Bartholin	— — 1672	3 35w	7,3			
	Lous (Vater)	Juli 1730	10 37				
	id.	— — 1731	11 15	7,6			
	Lous (Sohn)	2 Juli 1765	15 5				
	id.	1-4 Aug. 1765	15 3				
	id. id.	30 Aug. 1 Sept. 1767	15 7				
	id.	15-20 Mai 1768	15 13				
	id.	19-23 Aug. 1768	15 0	6,0			
	id.	2 Oct. 1768	15 2				
	id.	12-16 Novb. 1768	14 50				
	id.	2-6 Dec. 1768	14 56				
	id.	14-15 Juni 1769	15 30				
	id.	20-21 Juli 1769	15 29				
	id,	12-14 Oct. 1769	15 34				
	id.	9 Novb. 1769	15 22				
	id.	1 Jan. 1770	15 32				
	id.	16-18 Jan. 1770	15 32				
	id.	8-25 Febr. 1770	15 32				
	id.	7-9 Oct. 1770	15 32				
	id.	10-11 Oct. 1770	15 37				
	id.	19-21 Febr. 1771	15 32				
	id.	15-20 Apr. 1771	15 42				

Namen der Orte Dänemark, Norwegen und Schweden.	Beobachter	Zeit der Beobachtung	Magnetische Abweichung	Jahrl. Veränd.	Geographische Breite	Länge Ferro	Länge Greenw.
Kopenhagen	Lous (Sohn)	15 Oct. 1771	16° 2w	'	° '	° '	° '
	id.	18-22 Sept. 1772	16 17				
	Verdun .	Aug. 1772	16 0				
	Lous . . .	23 Apr. } 22 Mai } 1773	16 12	12,6			
	id.	23-28 Mai 1773	16 16 16 17				
	id.	11-15 Aug. 1773	16 22				
	id.	19-21 Nov. 1773	16 9				
	id.	16-22 Dec. 1773	16 20				
	id.	Jan. 1774	16 17				
	id.	19-20 Febr. 1774	16 20				
	id.	20-26 Juli 1774	16 32	—			
	id.	15-16 Oct. 1774	16 27				
	id.	20 Mai 1775	16 37				
	id.	31 Juli } 5 Aug. } 1775	16 20				
	id.	17-20 Aug. 1775	16 33				
	id.	25-27 Oct. 1775	16 26				
	id.	Novb. Dec. 1775	16 27				
	id.	Jan. 1776	16 27	6,6			
	id.	Febr. 1776	16 30				
	id.	März 1776	16 30				
	id.	6-10 Aug. 1776	16 28				
	id.	10-16 Aug. 1776	16 32				
	id.	7 März 1777	16 20				
	id.	28-29 März 1777	16 39				
	id.	— — 1779	17 5	—			
	Bugge . .	— — 1782	17 41				
	id.	— — 1783	17 49	7,4			
	Lous . . .	Juli 1784	17 42	—			
	Bugge . .	— — 1784	18 0				
	id.	— — 1785	18 7	5,1			
	id.	— — 1786	18 9				
	id.	Sept. 1792	18 23	—			
	id.	— — 1793	18 15	0,0			
	Wleugel .	19 Mai 1806	18 25				
	id.	5 Oct. 1807	18 21	—			
	id.	24 Juni 1808	18 22	stillstehend.			
	id.	17 Mai 1809	18 22				
	id.	24 Juni 1810	18 16				
	id.	7 Juni 1812	18 17				
	id.	1 Juni 1813	18 22				
	id.	10 Juni 1813	18 11				
	Bugge . .	2 Oct. 1813	18 10				
	id.	5 Oct. 1813	18 14				
	id.	6 Oct. 1813	18 8				

Namen der Orte Dänemark, Norwegen und Schweden	Beobachter	Zeit der Beobachtung	Magnetische Abweichung	Jährl. Veränd.	Geographische Breite	Länge Ferro	Länge Greenw
Kopenhagen	Wleugel .	23 Juni 1814	17° 58½′	oder rückgängig.	° ′	° ′	° ′
	id.	24 Juni 1814	17 56				
	id.	29 Sept. 1814	17 56				
	id.	27 Juli 1815	18 6				
	id.	23 Aug. 1815	18 3				
	id.	16 Sept. 1815	18 5⅓				
	id.	4 Juli 1816	18 15				
	id.	5 Juni 1817	18 5				
	id.	7-8 Sept. 1817	17 55⅓				
Lindesness, Norw. .	J. Hall . .	6 Mai 1605	7 10 ö		57 50	24 54	7 14
Lofoeden Ins., Norw.	H. Hudson	30 Juli 1608	0 0		68 46	27 7	9 27
	id.	23 Mai 1609	0 0				
Lund Pfarrhof, Norw.	A. Pihl .	— — 1785	19 30 w		58 27	24 16	6 36
Lyderhorn, Norw. .	Holm . .	— — 1768	19 20		60 22		
Lindesberg, Schw. .	Hiorter .	— — 1746	9 36				
Nord-Cap, Norw. . .	Bayley . .	Juni 1769	6 0		71 10	43 30	25 50
Nora, Schw.		— — 1799	18 35		59 30	32 39	14 59
Norrberke, Schw. .		— — 1799	17 35		60 8	33 1	15 21
Patrixfiord, Isl. . . .	Verdun .	Juli 1772	33 30		65 36	353 56	336 16
Rust Ins. bey Lofoeden	Baffin . .	24 Juli 1613	4 8 ö		68 0		
Stavanger, Norw. . .	Vibe und Aubert .	— — 1794	22 26 w		58 56	22 51	5 11
Skudesnefs westl. Spitze von Norw. (4)	Wilh. Baffin	21 Mai 1613	8 0 ö		61 30		
Stadthuk westl. Sp. von Norw.	Holm . .	3 Juni 1768	19 10 w	10,5	62 12	23 8	5 26
	Vibe . . .	— — 1790	23 45	12,5			
Stokholm, Schw. (5)	Elvius . .	— — 1718	5 37		59 20	35 44	18 4
	Wilcke . .	18 Mai 1763	11 48	8,2			
	id.	25 Juni 1764	11 58				
	id.	20 Juni 1765	12 8				
	id.	5 Aug. 1766	12 15	8,0			
	id.	17 Juni 1767	12 21				
	id.	5 Juni 1768	12 28				
	id.	29 Mai 1769	12 33				
	id.	14 Juni 1771	13 4	7,6			
	id.	26 Juni 1772	13 4				
	id.	3 Juni 1775	13 20				
	id.	23 Juni 1777	13 56				
		— — 1786	15 34	9,8			
		— — 1787	15 17				
		1790 bis 1800	16 20				
	Svanberg	Juli 1811	15 52	1,4			
	Cronstrand	29 März 1817	15 36	rückg.			
	id.	5 April 1817	15 34				
Salberg, Schw. . . .	Hiorter .	— — 1746	9 0		59 55	34 13	16 33
Sala		— — 1799	16 0	7,9			

Namen der Orte — Dänemark, Norwegen und Schweden	Beobachter	Zeit der Beobachtung	Magnetische Abweichung	Jährl. Veränd.	Geographische Breite	Länge Ferro	Länge Greenw
Söderbärke, Schw. .	Hiorter .	— — 1746	9°15w	′	° ′	° ′	° ′
Salö Bäk, Schw. . .	Schultén .	12 Juni 1804	18 30		58 21	28 55	11 15
Sådankyla, Schw. . .	Hellant . .	März 1776	5 30		67 25	43 25	25 45
Skiervöens Kirche, N.	Holm . .	28 Mai 1768	16 30		63 7		
Strömstad, Schw. . .	Schultén .	6 Juni 1804	18 0		58 57	28 52	11 12
Sulen Ins., Norw. .	Vibe . . .	— — 1791	27 15				
Trondhiem, Norw. .	Holm . .	— — 1761	15 50		63 26	28 2	10 22
	Berlin . .	— — 1769	15 25	11,9			
	id.	— — 1770	15 30				
	id.	— — 1771	15 40				
	id.	— — 1772	16 6	16,0			
	id.	— — 1773	16 40				
	id.	— — 1774	16 46	—			
	id.	— — 1775	16 58				
	id.	— — 1776	17 30				
	id.	— — 1777	17 45	14,8			
	id.	— — 1778	17 50				
	id.	— — 1779	18 0	—			
	id.	— — 1780	18 0				
	id.	— — 1781	18 24				
	id.	— — 1782	18 30	7,0			
	id.	— — 1783	18 32				
	Vibe . . .	— — 1783	18 30				
	id.	— — 1784	18 35	—			
	id.	— — 1786	19 0				
Talvig, Norw.	Holm . .	22 Juni 1766	6 50		70 2	40 28	22 48
Torneå, Schw. . (6)	Bilberg und Spole . .	— — 1695	7 0		65 51	41 52	24 12
	Maupertuis	17 April 1736	5 5	12,5			
	Hellant . .	— — 1748	7 30				
	id.	Jan. 1767	8 50	4,2			
	id.	Jan. 1777	11 45	17,5			
Utsjoki	Hellant .	19 Juli 1748	3 30		69 52	45 15	27 35
Upsal	Elvius . .	— — 1718	5 37		59 52	35 18	17 38
	Celsius . .	28 Juli 1740	8 49	8,7			
	Hiorter .	— — 1746	8 45				
Uhma Capel, Norw.	Holm . .	— — 1762	10 45		66 3	33 10	15 30
Uranienborg	Bartholin	— — 1672	2 35		55 54	30 22	12 42
Vardoehuus, Norw. .	Hellant . .	1-2-3 Aug. 1748	0 0 0 30		70 22	48 47	31 7
	Bützow . .	März 1775	5 32	12,5			
Vadsöe, Norw. . . .	Hellant .	8 Aug. 1748	0 30 1 0	— 6,5	70 5	47 33	29 53
	Christie . .	28 Juni 1816	7 55	—			
Vangs Kirche, Norw.	Darre . .	— — 1793	19 50		60 48	28 45	11 51
Vesterås, Schw. . .		— — 1799	17 10		59 35	34 9	16 29
Vinga Bäk, Schw. .	Schultén .	24 Juni 1804	19 0		57 38	29 18	11 38
Örebroe, Schw. . .	id.	25-27 Mai 1799	17 7		59 16	32 52	15 12

Namen der Orte Das Russische Reich	Beobachter	Zeit der Beobachtung	Magnetische Abweichung	Jährl. Veränd.	Geographische Breite	Länge Ferro	Länge Greenw
			° '	'	° '	° '	° '
Awatschka Bay Kamschatka	Krusenstern	Oct. 1805	5 39 ö				
Barrannoi Kamen . .	Billings . .	21 Juli 1787	17 40 ö		69 36	186 34	168 54
Barnaul	Islenief . .	31 Jan. 1770	2 45 ö		53 20	101 7	83 27
Casan	Chappe . .	5 Oct. 1761	2 25 w	6,0	55 44	67 9	49 29
	Schubert .	— — 1805	2 2 ö				
Catharinenburg . . .	Chappe . .	15 Sept. 1761	0 50 ö	6,8	56 50	78 30	60 50
	Schubert .	— — 1805	5 27 ö				
Carchow	Inochodzow	20 März } 27 Mai } 1783	7 27 w	4,6	50 0	54 6	36 26
	Huth . . .	— — 1811	5 17				
Cherson	Inochodzow	14 Sept. } 16 Oct. } 1782	10 10		46 38	50 20	32 40
Caffa	Islenief . .	Juni 1772	7 0				
Dmitrewsk	Inochodzow	Juni 1771	5 49		50 56	63 4	45 24
	id.	1773	6 30				
Drnia	Islenief . .	10/21 Sept. 1773	10 40		55 47	44 53	27 13
S. Elisabeth	Astr. Jahrb. 79 . . .	1770	9 45		48 29	50 7	32 27
Gluchow	Astr. Jahrb. 79 . . .	1770	5 30		51 40	52 0	34 20
Gurief	Lowitz . .	6 Sept. 1769	3 25		47 7	69 22	51 42
Glouboca	W. Gourdon	15 Jan. 1615	18 0		67 55		
Jakutskoi	Islenief . .	3/14 Oct. 1768	5 15	9,7	62 2	147 24	129 44
	id.	11/22 Jun. 1769	5 0				
	Billings . .	— — 1788	2 0				
Irkutsk	De l'Isle de la Croyere	21-22 März 1735	1 15	1,5	52 17	121 51	104 11
	id.	28 Oct. } 19 Nov. } 1735	1 19				
	Schubert .	— — 1805	0 32 ö				
Jaroslawl	Inochodzow	— — 1782	4 0 w		57 37	57 50	40 10
Jenicola	Tchernoi .	6 Sept. 1785	7 15		45 21	54 7	36 27
Kola	Rumowsky	20 Mai 1769	2 15		68 52	50 40	33 0
		21 Mai 1769	1 45				
		6 Juni 1769	1 45				
		1 Juli 1769	1 45				
Krementschuk	Astr. Jahrb. 79 . . .	1770	8 0		49 3	62 10	44 30
Krasnojarsk	Gmelin . .	24-27 Jan. 1735	2 0		56 1	110 37	92 57
		31 Jan. 1735	1 0				
		10 Febr. 1735	1 45				
		17 Febr. 1735	1 30				
Kiachta	Gmelin . .	30 April 1735	3 0				
		4 Mai 1735	2 45				
Kiow	Islenief . .	8/17 Mai 1773	9 15		50 26	48 58	31 18
Kaluga	Inochodzow	— — 1784	7 45		54 30	53 45	36 5

Namen der Orte Das Russische Reich	Beobachter	Zeit der Beobachtung	Magnetische Abweichung	Jährl. Veränd.	Geographische Breite	Länge Ferro	Länge Greenw
Kursk	Inochodzow	— — 1784	6° 0 w	'	51° 43'	54° 4'	36° 24'
Kostroma	Inochodzow	— — 1782	3 45		57 47	58 55	41 13
Kesloff oder Eupatoria	Tchernoi .	25 Juli 1785	11 38		45 14	51 5	33 25
Lubny	Inochodzow	18 Mai 15 Juni } 1782	9 5		50 1	50 31	32 51
Moscow (7)		Aug. 1732	5 26		55 45	55 26	37 46
Mosdok	Th. Tchernoi	10 Oct. 1785	6 40		43 43	58 10	40 30
Nezshni Kovima . .	Billings . .	Juni 1787	14 40 ö		68 18	180 58	163 18
Nizni-Udinsk	Gmelin . .	10 Sept. 1735	3 15 w	5,1	54 55	116 42	99 2
	Schubert .	1805	2 40 o				
Nertschinsk	Gmelin . .	17-28 Juni 1735	3 0 w				
Neschin	Inochodzow	1779	10 0		51 3	49 22	31 42
	id.	Febr. 1782	10 0				
Orenburg	L. Krafft .	1769 }	3 30 3 20		51 46	72 46	55 4
Orsk	Chr. Euler	12 Juni 1769	0 15		51 13	75 55	58 15
Orel	Inochodzow	— — 1781	9 0		52 57	53 37	35 57
Petersburg (8) . . .	Mayer . .	— — 1726	3 15		59 56	47 59	30 19
	de l'Isle .	— — 1727	2 35	stillst.			
	id.	— — 1730	4 40				
	Krafft . . .	Apr. 1741	3 56				
	Braun . . .	— — 1755	4 30				
	Krafft . . .	Mai 1772	3 30	1,0			
	Krafft . . .	— — 1774	4 50	20,0			
	Euler . . .	— — 1782	7 30	21,5			
	id.	24 Mai 1784	8 15				
	M. Henry	23 Aug. 1797	9 12	[illegible],5			
	id.	— — 1805	11 0 ?				
		1806	7 52				
		1811	7 36				
		1812	7 16				
Perm	Schubert .	— — 1805	1 10 ö		58 1	74 6	56 26
Petropaulowska . . . (Kamtschatka)	Cook . . .	Oct. 1779	6 19 ö	2,3	53 1	176 28	158 48
	Krusenstern	Oct. 1805	5 20 o				
Petrosawodsk	Inochodzow	1785	5 9 w		61 47	52 3	34 20
Ponoi	Mallet . .	19 Apr. 18 Mai } 1769	1 10 ö		67 4	58 49	41 9
Peczora	J. Logan .	16 Febr. 1611	22 30 w				
Pustozerskoi	W. Gourdon	30 Dec. 1614	20 0		65 48		
Reval		Juni 1751	7 30		59 26	42 19	24 39
Riga		Mai 1750	8 0		56 56	41 40	24 0
Samara	Astr. Jahrb.	— — 1770	8 10		48 29	53 2	35 22
Sietscha	ibid.	1770	9 15		47 31	52 5	34 25
Sisran	ibid.	— — 1770	5 50		53 9	66 4	48 24
Selenginsk	Gmelin . .	3 Apr. 1735	0 0		51 6	124 18	106 38
	id.	15 Apr. 1735	0 30				
	id.	21-22 Mai 1735	2 45				

Namen der Orte Das Russische Reich	Beobachter	Zeit der Beobachtung		Magnetische Abweichung	Jährl. Veränd.	Geographische Breite	Länge Ferro	Länge Greenw
					′	° ′	° ′	° ′
Saratow	Lowitz . .	26 Mai 3 Juni	1773	3° 28′w		51 31	63 40	46 0
Sewastropol	Tchernoi .	14 Aug.	1785	11 13		44 41	51 14	33 34
Tscherkask	Astr. Jahrb.	— —	1770	5 50		47 13	57 30	39 50
Tara	Schubert .	— —	1805	6 6 ö		56 55	91 45	74 5
Tomsk	Schubert .	— —	1805	5 37 ö		56 30	107 50	90 10
Tobolsk (9)	Stralenberg	— —	1716	0 0		58 12	86 5	68 25
	Chappe . .	19 Juli	1761	3 46 ö	4,6			
	Schubert .	— —	1805	7 9 ö	4,6			
Tanbow	Inochodzow	— —	1784	5 45w		52 44	59 25	41 45
Umba	Pictet . . .	8 Mai	1769	3 30		66 44	51 53	34 13
Ufa	Astr. Jahrb.	29 Sept.	1769	1 30 ö		54 43	73 33	55 53
Ustkamenogorskaio .	Islenief . .	11 Apr.	1770	2 0 ö		49 56	100 20	82 40
Wologda	Inochodzow	— —	1785	3 52w		59 13	57 50	40 10
Woronesch	Inochodzow	23 Sept. 20 Oct.	1783	8 0		51 40	56 55	39 15
Zarizin	Astr. Jahrb.		1770	4 50		48 42	62 7	44 27
Deutschland, Preussen, Niederlande u. Schweitz.					′	° ′	° ′	° ′
Antwerpen (10) . . .		gegen	1600	9° 0′ö		51 13	22 4	4 24
Amsterdam	Astr. Jahrb.	— —	1767	17 30w		52 22	22 32	4 52
Augsburg	ibid.	— —	1772	16 40		48 24	28 33	10 53
	Humboldt	— —	1798	18 26	4,1			
Berlin	Chr. Kirch	— —	1717	10 42		52 32	31 1	13 21
	id.	26 Nov.	1717	10 52				
	id.	13 Aug.	1724	11 45	7,1			
	id.	14 Juni	1725	11 56				
	id.	15 Juni	1725	11 52	5,6			
		1 Aug.	1751	14 16				
	Beccard .	— —	1764	14 15	5,9			
	Bernoulli	6 Oct.	1770	16 9				
		1 Nov.	1773	16 48				
		10 Juni	1774	16 54				
	Schulze . .	26 Sept.	1775	17 1½				
	id.	18 März	1777	16 42 16 45	8,2			
	id.	25 Aug.	1777	16 42				
	id.	29 Sept.	1778	16 45				
	id.	1 Oct.	1779	16 46½				
	id.	5 Oct.	1780	16 48				
		— —	1782	17 47				
		— —	1783	17 51				
		— —	1784	17 57	8,2			
		— —	1785	18 3				
		— —	1786	18 20				
	Bode . . .	11 Dec.	1787	17 44				

Namen der Orte Deutschland, Preussen, Niederlande u. Schweiz	Beobachter	Zeit der Beobachtung	Magnetische Abweichung	Jährl. Veränd.	Geographische Breite	Länge Ferro	Länge Greenw
				′	° ′	° ′	° ′
Berlin (11)	Bode . . .	1788	17° 5w				
	id.	11 Juni 1805	18 5				
	id.	27 Juni 1805	17 57				
	id.	17 Sept. 1805	18 2				
Bonn		1782	17 20		50 41	24 41	7 1
		1784	17 41	15,8			
		1787	18 1				
		1788	18 55				
Danzig (12)		— — 1628	1 0		54 21	36 18	18 38
		1642	3 15	9,6			
		22 Juni 1670	7 20	8,7			
		20 Juni 1682	8 48	7,3			
		1760	11 0	1,7			
	Koch . . .	9 Apr. 1811	13 48	3,4			
Düsseldorf		— — 1783	20 0		51 14	24 26	6 46
Dresden	Köhler . .	— — 1797	18 30		51 3	31 22	13 42
Freyberg		— — 1769	15 40		50 53	30 57	13 17
Frankfurt am Mayn .		— — 1774	16 32		50 7	26 16	8 36
Franeker	V. Swinden	— — 1771	19 30				
		1773	18 30				
Genf		— — 1797	19 40		46 12	23 49	6 9
		1800	21 30				
		1801	21 26	14,6			
		1802	21 27				
		1803	21 18				
		1804	21 13				
Gräz		— — 1770	15 50		47 4	33 5	15 25
Göttingen	Tob. Mayer	— — 1777	16 48		51 32	27 24	9 44
Haag	Van der Heyde .	1782	20 16		52 3	21 45	4 5
Inspruck	Tallinger .	— — 1787	22 40?		47 15	29 2	11 22
Königsberg (13) . .		— — 1600	0 0		54 42	38 6	20 26
		1628	1 0	2,1			
		1642	1 5	0,0			
	Reccard .	— — 1774	13 30	5,6			
Leipzig	Heinsius .	17-20 Aug. 1749	13 0		51 19	30 1	12 21
Mannheim		1776	19 48		49 29	26 7	8 27
		1785	19 44				
		1786	19 53	1,4			
		1787	20 2				
		1788	20 5				
Mietau	Beitler . .	— — 1783	10 52		56 39	41 23	23 43
Middelburg		— — 1786	21 14	21,0	51 30	21 17	3 37
		1788	21 56				
Nürnberg	Eimmart .	— — 1685	5 5		49 27	28 47	11 7
Prag		— — 1774	15 45		50 5	32 5	14 25
		1775	16 15				

Namen der Orte Deutschland, Preussen, Niederlande u. Schweiz	Beobachter	Zeit der Beobachtung		Magnetische Abweichung	Jährl. Verand.	Geographische Breite	Länge Ferro	Länge Greenw
				° ′	′	° ′	° ′	° ′
Prag			1781	16° 50w				
			1782	17 44	12,0			
	Kampf . .	— —	1786	18 9				
	id.	— —	1787	17 20				
Rotterdam		— —	1767	19 0		51 55	22 9	4 29
Regensburg		— —	1784	17 49		49 0	29 45	12 3
			1785	19 1				
			1786	19 11				
Tübingen	G. W. Krafft		1747	13 34		48 31	26 45	9 3
	id.		1748	14 22				
	id.		1749	14 45	12,6			
	id.		1750	14 30				
	id.		1752	14 37				
Tangermünde	Stöpel . .	— —	1814	19 0		52 32		
Wien		— —	1638	0 0		48 13	34 2	16 22
	Chappe und Liesganig	Dec.	1760	13 0	6,1			
Würtzburg		— —	1781	18 40		49 46	27 55	9 55
			1782	18 40				
			1783	18 39				
			1784	18 30				
			1785	18 33				
			1786	18 31				
			1787	18 35				
Zürich		— —	1762	15 15		47 22	26 9	8 29
Frankreich				° ′	′	° ′	° ′	° ′
Antibes	De la Hire	— —	1682	3 40w		43 36	24 48	7 8
Bayonne	De la Hire	— —	1680	1 20		43 29	16 10	8 30
Boulogne		— —	1767	17 26		50 44	19 17	1 37
Brest	De la Hire	10 Sept.	1679	1 45		48 23	13 9	355 29
	Verdun . .	Oct.	1771	20 10	12,1			
	Rochon . .	15 Aug.	1798	25 30	11,3			
Calais	Picard . .	— —	1681	4 30		50 57	19 31	1 51
			1767	19 30	10,5			
Dieppe	Beaulieu .	2 Oct.	1619	6 30 ö		49 55	18 44	1 4
Dunkerque		— —	1767	18 33w		51 2	20 2	2 22
Havre de Grace . . .		— —	1767	19 15		49 29	17 46	0 6
	Löwenörn .	— —	1782	22 15	11,3			
Marseille	Niebuhr .	Mai	1761	18 0		43 18	23 2	5 22
	Humboldt	Nov.	1798	20 55	4,7			
St. Malo	Picard . .	Oct.	1681	2 0		48 39	15 38	357 58
Montpellier		— —	1674	1 10		43 36	21 33	3 53
Ouessant Insel . . .	Cook . . .	17-18 Juli	1776	23 1		48 28	12 21	354 41
Paris (14)	Bellarmatus	— —	1541	7 0 ö		48 50	20 0	2 20
	Oront. Finnæus . .	— —	1550	8 0 ö	6,7			

Namen der Orte	Beobachter	Zeit der Beobachtung	Magnetische Abweichung	Jährl. Veränd.	Geographische		
Frankreich					Breite	Länge	
						Ferro	Greenw
Paris	Sennertus u. Offucius	— — 1580	° ′ 11 30 ö	′ 7,0	° ′	° ′	° ′
	Nautonnier	— — 1603	8 45 ö	7,2			
		1610	8 0 ö	6,4			
	Petit . . .	1630	4 30 ö	10,5			
		1640	3 0 ö	9,0			
		1642	2 30 ö				
		1659	2 0 ö				
		1660	1 0	6,9			
	Picard . .	— — 1664	0 40 ö				
	id.	— — 1666	0 0	—			
	id.	21 Juni 1667	0 15 w				
	id.	1670	1 30				
	id.	1 Juli 1680	2 40				
	id.	1681	2 30	15,2			
		1682	2 30				
	La Hire .	10 März 1683	3 50				
	id.	Dec. 1684	4 10				
	id.	Dec. 1685	4 10	—			
	id.	Dec. 1686	4 30				
	Cassini . .	9 Nov. 1687	5 12				
		1688	4 30	16,2			
	Cassini . .	23 Nov. 1689	6 0				
		1691	4 40				
	La Hire .	Dec. 1692	5 50				
		Dec. 1693	6 20	—			
		13 Oct. 1695	6 48				
	La Hire .	17 Oct. 1696	7 8				
		22 Oct. 1697	7 40				
	La Hire .	30 Oct. 1698	7 40				
	Cassini und Maraldi .	17 Oct. 1699	7 50				
	La Hire .	23 Oct. —	8 10				
	Cass. u. M.	— — 1700	7 40	16,6			
	La Hire .	20 Nov. —	8 12				
	Cass. u. M.	— — 1701	8 25				
	La Hire .	22 Sept. —	8 48				
	La Hire .	22 Sept. 1702	8 48				
	Cass. u. M.	30 Oct. —	8 50				
	id.	30 Oct. 1703	9 0				
	L. H.	18 Dec. —	9 6	—			
	Cass. u. M.	29 Oct. 1704	9 20				
	L. H.	30 Oct. —	9 20				
	id.	28 März 1705	9 25				
	Cass. u. M.	15 Juli —	9 30				
	L. H.	31 Dec. —	9 35				
	Cass. u. M.	28 Dec. —	10 0	14,0			

Namen der Orte — Frankreich	Beobachter	Zeit der Beobachtung	Magnetische Abweichung	Jährl. Veränd.	Geographische Breite	Länge Ferro	Länge Greenw
Paris.	La Hire .	31 Dec. 1706	9° 48 w	'	° '	° '	° '
	id.	28 Dec. 1707	10 10				
	Cassini und Maraldi .	11 Jan. 1708	10 15				
	L. H. . . .	27 Dec. —	10 15				
	C. und M.	18 April 1709	10 40	—			
	L. H. . .	24 Dec. —	10 30				
	C. und M.	6 Nov. 1710	10 50				
	L. H. . .	30 Dec. —	10 50				
	C. und M.	1 Dec. 1711	11 0				
	L. H. . . .	30 Dec. —	10 50	12,0			
	C. und M.	14 Nov. 1712	11 25				
	L. H. . . .	30 Dec. —	11 15				
	C. und M.	25 Oct. 1713	11 40				
	L. H. . . .	29 Dec. —	11 12				
	C. und M.	28 Oct. 1714	12 0	—			
	L. H. . . .	31 Dec. —	11 30				
	id.	30 Dec. 1715	11 10				
	C. und M.	4 Oct. 1716	12 15				
	id.	25 Oct. —	12 30	7,5			
	L. H. . . .	30 Dec. —	12 30				
	C. und M.	11 Oct. 1717	12 45				
	L. H. . . .	29 Dec. —	12 40				
	C. und M.	1 Oct. 1718	12 30				
	L. H. . . .	31 Dec. —	12 30	—			
	Maraldi .	26 Sept. 1719	12 30				
	id.	1 Sept. 1720	13 0	—			
	id.	2 Jan. 1721	13 0				
	id.	16 Oct. —	13 0				
	id.	4 Jan. 1722	13 0				
	id.	22 Nov. —	13 0				
	id.	4 Jan. 1723	13 0	stillstehend.			
	id.	22 Dec. —	13 0				
	id.	9 Nov. 1724	13 0				
	id.	3 Jan. 1725	13 0	—			
	id.	26 Oct. —	13 15				
	id.	30 Dec. —	13 15				
	id.	5 Dec. 1726	13 45				
	id.	Dec. 1727	14 0				
	id.	17 Nov. 1728	13 50	18,3			
	id.	5 Dec. 1729	14 10				
	id.	20 Nov. 1730	14 25				
	id.	5 Dec. 1731	14 45				
	id.	5 Sept. 1732	15 15				
	id.	1 Dec. 1733	15 45	—			
	id.	13 Mai 1734	15 35				
	Buache . .	1 Dec. 1734	15 40				

Namen der Orte Frankreich.	Beobachter	Zeit der Beobachtung	Magnetische Abweichung	Jährl. Veränd.	Geographische Breite	Länge Ferro	Länge Greenw
Paris	Maraldi .	28 Apr. 1735	15 45		° '	° '	° '
	id.	1 Oct. —	14 55				
	id.	1 Mai 1736	15 40				
	id.	Dec. —	15 40				
	id.	5 Mai 1737	14 45				
	Cassini .	28 März 1738	15 10	stillstehend			
	id.	18 Feb. —	15 20				
	Maraldi .	Dec. 1739	15 30				
	id.	Sommer 1740	15 45				
	id.	Dec. —	15 30				
	id.	14 Mai 1741	15 40				
	id.	2 Jun. 1742	15 40				
	id.	21 Sept. —	15 10				
	id.	15 Juni 1743	15 10				
	Fouchy .	21 Juli 1744	16 15	—			
		19 Mai 1745	16 15				
		25 Juni 1746	16 15				
		22 Juli 1747	16 30				
		14 Juni 1748	16 15				
		11 Juni 1749	16 30	6,0			
		17 Juni 1750	17 15				
		30 Apr. } 5 Mai } 1751	17 0				
		16 Iuni 1752	17 15				
		28 Feb. 1753	17 20	—			
		6 März 1754	17 15				
	Maraldi .	14 März 1755	17 30				
	id.	4 Mai 1757	18 0				
	id.	10 Mai 1758	18 0				
	id.	15 Feb. 1759	18 10	9,3			
	id.	8 Mai 1760	18 30				
	id.	22 Apr. 1765	19 0				
	id.	15 Juli 1770	19 55				
	Le Monnier	6 Mai 1771	19 50	—			
	id.	4 Nov. 1772	20 12				
	Maraldi .	5 Nov. —	20 2				
	Le Monnier	22 Apr. 1773	20 4				
	Maraldi .	29 Apr. —	20 0				
	Le Monnier	27 Mai 1774	20 17				
	id.	12 Aug. —	20 12	5,5			
	Le Monnier und Cassini }	17 Sept. 1777	20 27				
	id.	17 Dec. 1778	20 37				
	id.	30 Dec. —	— 41				
	id.	22 März 1779	— 31				
	id.	14 Juni —	— 35				
	id.	18 Juli —	— 33				

Namen der Orte Frankreich.	Beobachter	Zeit der Beobachtung	Magnetische Abweichung	Jährl. Veränd.	Geographische Breite	Länge Ferro	Länge Greenw
Paris	Le Monnier		° ′	′	° ′	° ′	° ′
	und Cassini	29 Juli 1779	20 40				
	id.	31 Juli —	— 31				
	id.	21 Nov. —	— 35				
	id.	4 Jan. 1780	— 35				
	id.	27 März —	— 45				
	id.	5 Mai —	— 40				
	id.	16 Mai —	— 42				
	id.	17 Mai —	— 49				
	id.	18 — —	— 42				
	id.	19 — —	21 4				
	id.	20 — —	20 49				
	id.	21 — —	— 45				
	id.	22 — —	— 42				
	id.	23 — —	— 37				
	id.	24 — —	— 44				
	id.	25 — —	— 48				
	id.	26 — —	— 46				
	id.	27 — —	— 47				
	id.	28 — —	— 43				
	id.	29 — —	— 47				
	id.	31 — —	— 42				
	id.	1 Juni —	— 45				
	id.	2 — —	— 45	8,0			
	id.	3 — —	— 48				
	id.	4 — —	— 39				
	id.	5 — —	— 49				
	id.	7 — —	— 39				
	id.	9 — —	39				
	id.	13 — —	— 48				
	id.	16 — —	21 4				
	id.	18 — —	20 43				
	id.	19 — —	— 45				
	id.	22 — —	— 54				
	id.	24 — —	— 50				
	id.	25 — —	— 42				
	id.	26 — —	— 39				
	id.	27 — —	— 42				
	id.	28 — —	— 38				
	id.	30 — —	— 44				
	id.	3 Juli —	— 36				
	id.	5 — —	— 51				
	id.	7 — —	— 39				
	id.	8 — —	— 44				
	id.	16 Aug. —	21 0				
	id.	19 Sept. —	20 45				
	id.	21 — —	— 50				

Namen der Orte Frankreich.	Beobachter	Zeit der Beobachtung	Magnetische Abweichung	Jährl. Verand.	Geographische Breite	Länge Ferro	Länge Greenw
			° ′	′	° ′	° ′	° ′
Paris	Le Monnier und Cassini	22 Sept. 1780	20 42 w				
	id.	23 — —	— 46				
	id.	19 Dec. —	— 56				
	id.	9 Jan. 1781	— 47				
	id.	27 — —	— 40				
	id.	7 März —	— 47				
	id.	1 April —	— 59				
	id.	17 — —	— 50				
	id.	8 Mai —	— 51				
	id.	12 — —	— 51				
	id.	29 — —	— 51				
	id.	23 Juni —	— 57				
	id.	8 Oct. —	21 3				
	id.	10 — —	— 9	8,0			
	id.	11 — —	— 3				
	id.	21 Juni 1782	— 1				
	id.	28 — —	— 16				
	id.	4 Juli —	— 12				
	id.	28 Jan. 1783	— 12				
	id.	23 Juni —	— 22				
	id.	5 Aug. —	— 27				
	id.	27 Feb. 1784	— 27				
	id.	29 — —	— 24				
	id.	18 März 1785	— 35				
	id.	12 Jan. 1786	— 37				
	id.	21 Juni —	— 27				
	id.	16 Jan. 1789	— 56				
	id.	18 Juni 1790	22 0				
	id.	7 Aug. —	21 52				
	id.	23 Juli 1791	22 2				
	id.	30 — —	— 4	5,3			
	Cassini .	26 Juni 1792	22 45				
	id.	13 Juni 1793	— 49				
	id.	1798	— 17				
	id.	24 Mai 1799	— 49				
	Cotte .		— 0	stillstehend oder rückg.			
	id.	1800	— 12				
	id.	1801	— 1				
	id.	1802	21 45				
	Bouvard .	2 Mai 1802	22 5				
	id.	22 Juli —	21 45				
	Cotte .	6 Oct. 1803	21 59				
	id.	Mai 1804	22 5				
	id.	Sept. —	22 15				
	Bouvard .	Oct. 1807	22 34				
		10 Aug. 1814	22 34				

Namen der Orte	Beobachter	Zeit der Beobachtung	Magnetische Abweichung	Jährl. Veränd.	Geographische Breite	Länge Ferro	Länge Greenw
Frankreich.							
Royan	La Hire .	1680	1°20w	′	45°37′	16°38′	358°58′
Toulon	id.	1682	3 45		43 7	23 37	5 57
Toulouse	Marcorelle	1747	15 10		43 36	19 5	1 25
	id.	1748	15 0				
	id.	1749	15 10				
	id.	27 Sept. 1750	16 5				
	id.	1751	16 0				
	id.	1752	15 45				
	id.	1753	16 45				
	id.	1754	16 40				
	id.	1755	15 0				
	id.	1756	15 45				
Grofsbritannien.			° ′	′	° ′	° ′	° ′
Bristol	S. Sturmy	12 Juni 1666	1 27w		51 28	14 50	357 10
	id.	13 Juni 1667	1 33				
Dublin	R. Kendrick	1745	18 0	—	53 21	11 21	353 41
	Gibson	1751	19 0	12,2			
	Th. Harding	1772	23 30	—			
	id.	26 Mai 1786	26 21				
	id.	Sept. 1788	26 50	12,3			
	id.	27 Sept. 1790	27 15				
	id.	Mai 1791	27 23	—			
London (15) . . .	Burrows	16 Oct. 1580	11 15 ö	7,6	51 31	17 32	359 52
	Gunter	13 Juni 1722	5 56¼	9,6			
	Gellibrand	12 Juni 1634	4 6	10,6			
	Bond	1657	0° 0w				
	Gellibrand	1665	1 22¼	10,2			
	Halley	1672	2 30	9,7			
	id.	1692	6 0	10,5			
	Graham	1723	14 17	16,0			
	id.	26 März 1745	17 0				
	id.	29 — —	— 0				
	id.	18 März 1746	— 10				
	id.	21 — —	— 10				
	id.	22 April —	— 15				
	id.	4 Mai —	— 18	8,1			
	id.	14 — —	— 20				
	id.	16 — —	— 15				
	id.	18 Dec. —	— 25				
	id.	24 Feb. 1747	— 30				
	id.	19 Dec. —	— 40				
	id.	4 Jan. 1748	— 40				
	Heberden	1773	21 9	8,4			
	Cavendifh	Aug. Sept. 1774	21 16				
	id.	18 Juni 1775	21 43				
	id.	4 Juli 1775					

Namen der Orte Grofsbrittannien.	Beobachter	Zeit der Beobachtung	Magnetische Abweichung	Jährl. Veränd.	Geographische Breite	Länge Ferro	Länge Greenw
					° ′	° ′	° ′
London	Gilpin . . .	— — 1786	23° 17 w				
	id.	— — 1787	23 19				
	id.	— — 1788	23 32				
	id.	— — 1789	23 19				
	id.	1790	23 39				
	id.	1791	— 36	4,7			
	id.	1792	— 36				
	id.	1793	— 49				
	id.	1794	— 56				
	id.	1795	— 57				
	id.	1796	24 0				
	id.	1797	— 1				
	id.	1798	— 0,6				
	id.	1799	— 1,8	1,2			
	id.	1800	— 3,6				
	id.	1801	— 4,2				
	id.	1802	— 6,7				
	id.	1803	— 8,8				
	id.	1804	— 8,4	0,6			
	id.	1805	— 8,8				
	id.	1809	— 11,0				
	id.	Juni 1814	— 16,7				
	id.	Juli —	— 17,9				
	id.	Aug. —	— 21,2				
	id.	Sept. —	— 20,5				
Plymouth (16)	Ende des 16ten . .	Jahrhunderts	13 24 ö		50 26	13 21	355 41
	Walter Hoxton . . .	— — 1733	13 27 w				
Stromnefs Hafen Orkney Inseln .	Hutchins .	9 Juni 1774	24 0		58 59	14 3	356 23
Portugal, Spanien und Italien.			° ′	′	° ′	° ′	° ′
Aranjuez	Humboldt	Mai 1798	19 25 w				
Alborne Insel	Bulter	11 Nov. 1733	14 12				
Braga		— — 1761	16 15		41 33	9 20	351 40
Brescia	Lana	— — 1676	4 0 ö		45 29	27 47	10 7
Cadiz	Feuillée	— — 1724	5 25 w		36 32	11 23	353 43
	Fleurieu	3 März 1769	17 15	15,8			
	id.	14 Oct. —	18 40	22,5			
	Verdun	— — 1771	18 0				
	Ulloa	— — 1776	19 42	20,4			
	Löwenörn	7 Aug. 1791	21 56	8,9			
Cap S. Vincent . . .	Roger Bulter	27 Sept. 1733	13 49				
Cap de Gatt., Sp. . .	id.	9 Nov. 1733	13 56				
Cap Sct. Marys, Port.	id.	10 März 1734	14 20				

Namen der Orte — Portugal, Spanien und Italien.	Beobachter	Zeit der Beobachtung	Magnetische Abweichung	Jährl. Veränd.	Geographische Breite	Länge Ferro	Länge Greenw
Cap Finnisterrae, Sp.	Edw. Wright	12 Nov. 1589	7°40 ö	′	42°52′	8°21′	350°41′
		1768	21 4w	9,7			
Cap San Antonio, Sp.	Marchand	7 Aug. 1792	19 23		38 40		
Ferrara	Lana	1677	2 0		44 54	29 16	11 36
Gibraltar Bay	Rog. Bulter	17 Sept. 1733	13 38	7,6	36 5	12 41	355 1
	D. Rofs	19-26 Sept. 1761	17 11	9,5			
	Marchand	4 Aug. 1792	22 6				
Lissabon (17)	P. Martinius	1638	7 39 ö	16,9	38 42	8 51	350 51
		1668	0 50w	[illegible]			
		1683	3 0				
	P. Couplet	26 Dec. 1697	4 18	9,1			
	Noël	1706	6 30	12,0			
	Rofs	2 März 1762	17 32	6,3			
	Borda	1776	19 0	8,5			
	Löwenörn	1782	19 51				
Loretto	Condamine	1756	15 35		43 27	31 25	13 45
Madrid	Humboldt	Mai 1799	19 59		40 25	14 11	356 31
Maltha	Chazelles	14 Dec. 1694	9 15 / 9 45	5,9	35 54	32 8	14 28
	Feuillée	24 Jan. 1708	10 25				
Minorka Cap Mola .	Bulter	18 Nov. 1733	14 34				
Padua	Poleni	1725 / 1730	13 0		45 24	29 32	11 52
		1770	16 20				
Rom	Auzout	April 1670	2 15	12,6	41 54	30 8	12 28
		1681	5 0				
	Cassini	Oct. 1695	7 30	6,0			
		1730	11 0	6,7			
		1782	16 49				
		1783	16 49				
		1784	16 54				
		1785	17 0	5,8			
		1786	17 4				
		1787	17 7				
		1788	17 12				
Ungarn und die Europäische Türkey.			° ′	′	° ′	° ′	° ′
Akiermann		25-30 Apr. 1771	9 25		46 12	48 24	30 44
Bender	Astr. Jahrb.	1772	9 45		46 51	47 16	29 36
Bukarest	Inochodzow	5 Juli 1772	11 36		44 27	43 48	26 8
Constantinopel . . .		1600	0 0	4,8	41 1	46 36	28 56
	Fournier	1625	2 0				
	Chazelles	23 Oct. 1694	9 0 / 12 0	7,4			
Ofen		1781	16 45		47 30	36 40	19 0
		1782	15 58				

Namen der Orte	Beobachter	Zeit der Beobachtung	Magnetische Abweichung	Jährl. Veränd.	Geographische Breite	Länge Ferro	Länge Greenw
Ungarn und die Europaische Türkey.							
Ofen		1783	15° 36w	′	° ′	° ′	° ′
		1784	15 40				
		1785	15 48				
		1787	16 26				
		1788	16 36				
Asien und die benachbarten Inseln.			° ′	′	° ′	° ′	° ′
Alexandrette, Syrien	Chazelles	3 Feb. 1694	14 22w		36 35	54 0	36 20
Aden, Arabien . . .	H. Middleton	1612	13 40		13 0	65 2	47 22
	N. Dounton	1612	12 40	1,3			
		1674	15 0				
	Th. Mathews	18 Apr. 1725	13 50	1,1			
	id.	20 Mai 1725	13 42				
Awa, Indien	P. Duchatz	1689	5 0		21 0	114 0	96 20
Alep, Syrien	Beauchamp	1781	12 30		36 11	54 51	37 11
Alguarda bey Goa .	Mathews	4 Feb. 1722	5 49				
Anjanga, Ind.	id.	24 Jan. 1724	4 17				
Bab-el-Mandeb . .	id.	19 Apr. 1723	14 20		12 40	62 5	44 25
	id.	Mai —	14 8				
Baixos de Chagos Ins.	J. Davis	1610	19 50		6 0 s	89 40	72 0
Beit-el-Fakih . . .	Niebuhr	6 März 1762	11 50		14 31	60 41	43 1
Bachian Ins. Amasane Bay	J. Saris	5 März 1612	4 48 ö		0 51		
Bombay, Indien . . .		1676	12 0w		19 0	89 25	71 45
	Mathews	27 Aug. 1721	5 12				
	id.	12 Sept. —	5 16	8,7			
	id.	29-31 Dec. 1722	5 7				
	id.	13 Nov. 1723	5 10				
Banca Insel	Marchand	21 Dec. 1791	0 0		1 30 s	123 42	106 2
Balasore, Indien . .		1680	8 20	0,8	21 22	103 40	86 0
Cap. Palmiras .	Mathews	28 Oct. 1722	3 33		20 50	103 50	86 10
Macao (18)	Vremanus	1616	1 30		22 13	131 15	113 35
		1685	4 0?	0,7			
Canton	Fontenay	13 Oct. 1690	2 25	1,7			
		1722	1 30	1,0			
Macao	Cook	2 Dec. 1779	0 32		22 8	131 23	113 43
Callicut, Indien . . .	Mathews	18 Feb. 1722	4 5		22 34	106 2	88 22
	id.	15 Nov. —	4 9				
Carvar Bucht, Indien	id.	7 Feb. 1722	5 40		15 0	91 30	73 50
	id.	23 Nov. —	5 4				
	id.	24 Feb. 1723	5 8				
	id.	5 Jan. 1724	5 32				
Celebes							
Bonthain	Carteret	Dec. 1767	1 16		5 30 s	135 25	117 45
Chaul, Ind.	Mathews	Oct. 1721	5 27		18 40	89 40	72 0
Cap Comorin, Ind. (19)	Davis	1601	16 0		7 34	95 54	78 14

Namen der Orte — Asien und die benachbarten Inseln.	Beobachter	Zeit der Beobachtung	Magnetische Abweichung	Jährl. Veränd.	Geographische Breite	Länge Ferro	Länge Greenw.
					° ′	° ′	° ′
Cap Comorin, Ind. .	Best	1612	14° 0w				
	Boners	1612	14 30	5,3			
		1620	14 20				
		1680	8 45	5,5			
		1688	7 30	9,4			
	Mathews	18 Oct. { 1723	2 51				
		—	2 48				
		19 — —	2 50	7,9			
		20 — —	3 9				
		Mittel	2 54	—			
Ceylon (19)							
Freyers Hood . .	id.	11 Juli 1722	2 12				
	id.	4 Nov. 1722	2 21				
Punta de Galle .	Castleton	12 Nov. 1613	13 24	—	6 0	98 17	80 37
	Mathews	15 Oct. 1723	2 46	5,8			
	id.	16 Oct. 1723	2 45	—			
Chandernagor, Ind. .	P. Boudier	1731	3 0	—	22 51	106 9	88 29
	id.	1735	2 0	8,3			
		1743	1 20	—			
		1745	1 0				
		1747	0 0	16,0			
		1750	0 0	—			
Cochin, Ind. (19) . .	M. Pring	16 Sept. 1614	15 0	[illegible]	9 58	93 43	76 3
	P. Noël	1706	6 20	—			
	Mathews	19 Feb. 1722	3 34				
		12 Nov. 1722	3 53	9,6			
		18-19 Jan. 1724	3 26	—			
		21 Jan. 1724	4 16				
Daman, Indien . . .	Best	14 Feb. 1612	16 30				
Dabul, Indien	Daunton	1610	15 34		17° 32	90 25	72 45
	id.	16 März 1611	16 30				
Derbent, Persien . .		1712	12 0		43 55	65 3	47 23
Darsina, Arabien . .	J. Saris	11 März 1612	15 2				
Doy oder Doa, Molukkische Insel . . .	id.	12 Mai 1613	5 20 ö		2 35	144 30	126 50
Firando, Ins. bey Japan	id.	Mai 1613	2 50 ö		33 30	347 5	329 25
Goa, Indien (19). . .	Alenisius	1609	16 0w		15 31	91 25	73 45
	Noël	1706	6 40	5,8			
	Mathews	26-28 Nov. 1722	4 57				
	id.	17-19 Feb. 1723	5 13	5,1			
	id.	6 Nov. 1723	5 3	—			
	id.	Jan. 1724	5 41				
Goadel, Vorgeb., Pers.	Walt. Payton	20 Sept. 1613	17 15		24 30	81 22	63 42
	Al. Childe	22 Nov. 1616	18 0				
Haynan, Ins., China .	John Saris	Dec. 1613	0 50		18 19		
Java, Insel							
Bantam	id.	1609	3 0		6 20 s	123 1	105 21

Namen der Orte — Asien und die benachbarten Inseln.	Beobachter	Zeit der Beobachtung	Magnetische Abweichung	Jährl. Veränd.	Geographische Breite	Länge Ferro	Länge Greenw
			° '	'	° '	° '	° '
Jawa, Insel							
Batavia	Wallis	1 Dec. 1767	1 25w		6 9s	124 34	106 54
	Carteret	Aug. 1768	0 25				
Palimban	J. Davis	1605	3 20		6 45s	121 40	104 0
Ispahan, Persien. . .	Beauchamp	Aug. 1787	7 30		32 25	70 30	52 50
Iriseh		1797	8 14		41 12	57 33	39 53
Ingano Ins.	Middleton	1607	4 13		5 30s	119 15	101 35
Jasque, Vorgeb. Pers.	Al. Childe	5 Dec. 1616	19 20		25 35	73 50	56 10
Judda, Arabien . . .	Newland	Juli 1769	11 52	9,0	21 8	57 36	49 56
	Panton	29 Nov. 1776	12 55				
Kasbin, Persien . . .	Beauchamp	Juli 1787	7 33		36 11	67 13	49 30
Kergnelens Land, Ins.							
Christmas Hafen	Cook	25 Dec. 1776	27 44		48 41s	86 51	69 11
Louveau, Siam . . .	P. Gouye	Dec. 1685	4 45		14 44	118 40	101 0
	Jesuiten	1685	0 30?				
	P. Fontenay	1686	4 45				
	P. Richard	1688	4 30				
Lucepara, Insel . . .	Wallis	[illegible] Nov. 1767	0 0		3 11s	123 57	106 17
Madras, Indien . . .	Mathews	Juli 1722	2 52		13 15	97 37	79 57
	id.	15-17 Juli 1723	3 16				
Madura, Ins. b. Java .	Carteret	Mai 1768	0 30		7 7s	130 29	112 49
Mangulor, Indien . .	Mathews	9 Feb. 1722	5 24		13 0	92 14	74 34
		10 Feb. 1722	5 35				
		27-28 Feb. 1 März 1723	5 5				
Masulipatnam, Indien	Ant. Hippon	28 Dec. 1610	12 22		16 11	98 34	80 54
Machian, Ins. b. Gilolo	John Saris	22 Feb. 1612	4 12 ö		0 18	144 0	126 20
	id.	1 Apr. 1613	3 28 ö				
Maledivische Canal .	J. Davis	1605	17 0w	6,6	6 30	91 30	73 50
	Mathews	6 Juli 1722	4 16				
Macyra, Ins. bey Arab.	Walt. Payton	2 Sept. 1613	20 10		20 30	74 30	56 50
Macao, siehe Canton.							
Mocha, Arabien . . .	Mathews	20-27 Apr. 1723	13 34	1,3	13 16	60 50	43 10
	Newland	Aug. 1769	12 33	10,4			
	Panton	20 Nov. 1776	11 20				
Mindanao							
Cap S. Augustin	Carteret	Oct. 1767	1 45 ö		6 15	144 52	127 12
Nankin, China	P. Thomas	1685	0 0w		32 5	136 27	118 47
Nikobar Inseln . . .	J. Davis	1605	7 5		6 30	111 0	93 20
Paliacate, Indien . .	Ant. Hippon	4 Aug. 1611	13 15		13 35	98 0	80 20
	Marlowe	6 Juni 1613	13 10				
Petapolli, Indien . .	Ant. Hippon	21 Aug. 1611	12 47		16 0	98 0	80 20
	id.	28 Dec. 1611	12 22				
	Marlowe	10 Juni 1613	13 50				
Pondichery	P. Richaud	1689	7 0		11 56s	97 31	79 51
Princes Insel bey Java	Wallis	16 Dec. 1767	1 0	,5	6 36s	122 57	105 17
	Cook	Feb. 1780	0 54				

Namen der Orte Asien und die benachbarten Inseln.	Beobachter	Zeit der Beobachtung	Magnetische Abweichung	Jahrl. Veränd.	Geographische Breite	Länge Ferro	Länge Greenw.
Pulo Condore Ins. .	Th. Dales	1620	1° 0w	'	8°40'	123°59'	106°19'
	Cook	Jan. 1780	0 14	0,3			
Pekin (20)	P. Amiot	1755	2 0		39 54	134 5	116 25
St. Paul Insel		1677	23 30		38 0s	95 0	77 20
Roquepiz Ins.	Joh. Davis	1610	23 30		11 0s	83 15	65 55
Rogipore (Rajapur) .	Mathews	1 Feb. 1722	4 58		16 50	90 50	73 10
Rasalgat Vorgeb. Arab.	Payton	4 Sept. 1613	19 20		22 34	78 1	60 21
Sually	N. Daunton	1610	16 40				
	H.Middleton	9 März 1611	16 30				
	R. Bouers	25 Feb. 1612	17 0				
Sunda Strafse	J. Millword	13 Feb. 1615	3 30				
Sindi (Diu Sindi) . .	Payton	26 Sept. 1613	16 45		24 30		
Sinope		1797	10 18		42 14	52 52	35 12
Surate	Best	5 Sept. 1611	16 23	—	21 10	90 2	72 22
	Boners	Feb. 1612	16 50				
	Mathews	12-20 Dec. 1722	5 50	5,7			
	id.	5-9 Feb. 1723	5 59	—			
		17-18 Dec. [illegible]	5 22				
Singanfu China . . .	Fontenay	13 Juni 1689	3 17		34 17	126 57	108 57
Sumatra							
Achen	J. Davis	1610	6 25		5 22	113 14	95 34
Marlborough Fort	Macdonald	27-29 Juni 1794	1 10 ö		3 45s	119 30	101 50
		11-17 März 1795	1 8 ö				
Priaman	Marlowe	26 Juli 1612	4 10w		0 50s	117 23	99 43
	Castleton	24 Aug. 1613	4 50		0 38s		
Tellicherry, Ind. . .	Mathews	Febr. 1722	4 21				
	id.	Nov. 1722	4 4				
Tiiz, Persien	W. Payton	10 Sept. 1613	18 30		25 0		
Tecu Insel	Boners	Aug. 1612	4 40 ö				
Xin-Yam, China . .	Werbiest	1682	0 0w		41 56	141 34	123 54
Ula, China	id.	1682	1 40 ö		44 20	144 55	127 15
Africa und die benachbarten Inseln.			° '	'	° '	° '	° '
Alexandria, Ægypt. .	Joh. Gravius	Dec. 1638	5 45w		31 12	47 35	29 55
	Niebuhr	Oct. 1761	11 4	2,6			
	Nouët	Juli 1798	13 6	3,3			
Ascension Insel . . .		1678	1 0 ö	—	7 56s	3 19	345 39
	De la Caille	15 Apr. 1754	8 6w	7,2			
	Wallis	23 März 1768	9 53	7,6			
	Cook	28 Mai 1775	10 52	8,4			
	Bönsöe	12 April 1806	15 40	9,3			
Accara Fort. Guinea	Mathews	5 Jan. 1726	11 25		5 28	19 37	1 57
	id.	23-24 März . .	11 53				
Angoxa Caffrien . .	J. Saris	17 Sept. 1611	12 1		16 10s	55 10	37 30
Ab-dal-Curia Ins. nahe bey C. Guardafui .	id.	15 Feb. 1612	17 23	—	11 27		

Namen der Orte Asien und die benachbarten Inseln.	Beobachter	Zeit der Beobachtung	Magnetische Abweichung	Jährl. Veränd.	Geographische Breite	Länge Ferro	Länge Greenw
			° ′	′	° ′	° ′	° ′
Ab-dal-Curia Ins. nahe bey C. Guardafui .	Mathews	12 Apr. 1723	12 43w	2,5	12 30	69 13	51 33
Algier Barbar. . . .	Condamine	19 Juni 1731	14 0		36 49	19 53	2 13
Azorischen Inseln							
Fayal Bay	Edw. Wright	13-22 Sept. 1589	3 5 ö		38 32	349 7	331 27
	Cook	14 Juli 1775	22 7w	8,1			
Flores (21) . . .		1600	0 0		39 40	347 42	330 2
Marie	J. Davis	1610	1 40 ö		36 57	352 31	334 51
Bab-el-Mandeb . . .	Mathews	19 Apr. 1723	14 20w		12 40	62 5	44 25
		15 Mai —	14 8				
Baixos de Chagos . .	J. Davis	1610	19 50		6 0s	89 40	72 0
Bourbon Ins. oder							
Mascarenhas . .	Castleton	2 Apr. 1614	22 48		20 58s	73 10	55 30
St. Pauls Bay . .	Mathews	8 Apr. 1722	19 49	1,7			
	id.	10 Apr. —	19 44				
Boobam	Al. Childe	1 Aug. 1616	13 12		16 35s		
Cap. Coast	Mathews	1 Jan. 1726	11 55 12 10		5 0	18 30	0 50
	id.	15 März 1726	11 46				
Canarische Inseln .							
Ferro	Feuillée	1724	5 0	16,7	28 0	0 0	342 20
	Fleurieu	1769	17 30	4,4			
	Tranberg	18 Mai 1802	19 55				
Lancerota	J. Davis	1610	6 6 ö		28 32	4 38	346 58
Madeira Funchal	Gray	Dec. 1727	6 58w		32 36	0 37	342 57
	Wallis	8 Sept. 1766	14 10	13,9			
	Carteret	Sept. 1766	16 0				
	Verdun	Dec. 1771	18 0	8,4			
	Löwenörn	9 Apr. 1783	18 22	6,3			
	Tranberg	14 Mai 1802	20 21				
Grand Canaria .	Davis	1610	6 6 ö				
Teneriffa							
St. Cruz (22) .	Fleurieu	1769	15 43w		28 27	1 25	343 45
	Verdun	1770	15 30				
	Cook	Aug. 1776	14 41		28 30	1 7	343 27
	Don Ulloa	1776	15 55				
	La Perouse	28 Aug. 1785	15 52				
	Bligh	7 Jan. 1788	20 1		28 28	1 22	343 42
		1792	16 32				
	Krusenstern	Oct. 1803	16 1		28 27	1 25	343 45
Comorrischen Inseln .							
Angoxa (23) . .	J. Saris	21 Sept. 1611	13 0		15 40s	55 10	37 30
	Mathews	2 Aug. 1721	19 12	3,5			
		3 Aug. 1721	19 44				
	id.	29 Juli 1721	20 33				
Anjouan	id.	12 Juni 1722	20 39				
			20 33				

Namen der Orte Africa und die benachbarten Inseln.	Beobachter	Zeit der Beobachtung	Magnetische Abweichung	Jährl. Veränd.	Geographische Breite	Länge Ferro	Länge Greenw.
				'	° '	° '	° '
Mayota	Mathews	8 Juni 1722	21° 12 w 20 24				
Mal-Ilha	Th. Best.	4 Aug. 1611	15 20				
Cap Verdischen Ins.							
P. Praya S. Jago	Mathews .	7 Oct. 1725	4 5		14 54	354 11	336 31
	Carteret	23 Sept. 1766	8 20	6,2			
	Wallis	24 Sept. 1766	8 20	24,1			
	Verdun	Jan. 1772	10 45	10,9			
	Marchand	Jan. 1791	14 12				
Mayo	Mathews	5 Oct. 1725	3 32	7,1	15 6	354 30	336 50
	Cook	12 Aug. 1776	9 32½				
Sal	J. Davis	1610	3 30 ö		16 38	354 44	337 4
Cairo (24)	Chazelles	1694	12 15 w		30 3	48 47	31 7
	Niebuhr	Dec. 1761	12 25	0,0			
	id.	Jan. 1762	11 40	0,0			
	Nouët	Dec. 1798	12 0				
Damiette, Ægypt. . .	Chazelles	Apr. 1694	12 30		31 43	49 3	31 25
Doara, Ajan	J. Saris	18 Dec. 1611	17 36 17 20		6 27	66 30	48 50
Pr. Edwards Inseln.	Cook	13 Dec. 1776	26 15		47 15 s	58 28	40 48
France Insel (Mauritius) . . .	C. Keeling	1609	21 0		20 10 s	75 8	57 28
	Mathews	1 Apr. 1722	18 46	1,0			
		5 Apr. 1722	18 39				
		6 Apr. 1722	19 7				
		7 Apr. 1722	19 45				
Guter Hoffnung Vorgebirge (25)							
Saldanha Bay . .	J. Davis	1605	0 30 ö		33 55 s	36 4	18 24
Cap las Aguglias	Will. Keeling	22 Dec. 1609	0 12 w				
Saldanha B. . . .	Mart. Pring	15 Juni 1614	1 30				
Tafel Bay . . .	Daunton	29 Juni 1614	1 45	7,[illegible]			
		1667	7 15				
	Melch. Leydeker	30 Mai 1675	8 28				
		1687	8 30	9,6			
		1799	11 0				
		1702	12 50				
		1706	13 40				
		1708	14 0				
Tafel Bay	Mathews	14 Juni 1721	16 25	9,0			
		21-29 März 1724	16 27				
		26-29 März 1724	16 18	5,6			
	La Caille	1752	19 0				
	Wallis	1768	19 30	4,3			
	Cook	13 Nov. 1772	20 26				
	id.	Apr. 1775	21 14				

Namen der Orte — Africa und die benachbarten Inseln.	Beobachter	Zeit der Beobachtung	Magnetische Abweichung	Jährl. Veränd.	Geographische Breite	Länge Ferro	Länge Greenw
				′	° ′	° ′	° ′
Simons Bay . .	Cook	Apr. 1780	22°16w	10,6			
Tafel Bay . . .	Bligh	Mai 1788	23 16				
Simons Bay . .	Vancouver	Juli 1791	25 40				
Tafel Bay . . .	Dentrecasteaux	Jan. 1792	24 30	6,7			
	Bonsöe	19 Feb. 1804	25 4				
Gorée	Varin	1682	0 0		14 40	0 15	342 35
	Fleurieu	1769	12 15	7,0			
	Verdun	Jan. 1772	10 30				
Guardafui Vorgeb. .	H.Middleton	1 Sept. 1610	17 35		11 45	70 12	52 32
	Saris	4 März 1612	17 34				
	Mathews	16 Aug. 1721	11 11	3,1			
	id.	29 Mai 1725	12 34				
Hermanis Inseln bey Guardaf. Vorg. . .	H.Middleton	17 Oct. 1610	18 55		11 27		
	J. Saris	15 Feb. 1612	17 23				
Helene Insel		1600	8 0 ö		15 55 s	11 52	354 12
	Kolthurst	1604	7 45 ö				
	J. Davis	1610	7 13 ö	5,2			
		1625	6 0 ö				
	Halley	1677	0 40 ö	5,9			
		1691	1 0w	7,1			
	Mathews	17-30 Apr. 1724	7 30	11,8			
	Nicholson	1764	11 38	7,2			
	Wallis	19 März 1768	12 47				
	Cook	17 Mai 1775	12 18				
	Lodberg	3 Mai 1785	14 18	6,5			
	Hunter	1789	15 30				
	J.Macdonald	28 Oct. 3 Nov. 1796	15 48				
	Krusenstern	Mai 1806	17 18	9,0			
Madagascar Augustins-Bay	W.Keeling	18 Feb. 1607	15 30		23 35 s	60 49	43 9
	id.	19 Feb. 1607	15 26				
	Joh. Davis	1610	14 50	0,0			
	Joh. Saris	3 Sept. 1611	15 11				
	Payton	17 Juni 1613	15 40				
	Mathews	4 Juli 1721	23 48	4,5			
Antongil Bay . .	Flacourt	1661	22 30		15 28 s	67 36	49 56
	Le Gentil	1761	18 0	2,7			
Fort Dauphin .	Flacourt	1661	19 0		25 1 s	64 29	46 49
	Le Gentil	9 Nov. 1761	22 7	1,9			
Foulpoint	id.	1762	16 45		17 40 s	67 36	49 56
S. Sebastian. Vorg.	J. Lankaster	25 Sept. 1600	16 0		12 42 s	65 20	47 40
	J. Davis	1610	16 40				
	Mathews	3 Mai 1722	19 1	1,4			
		4 Mai 1722	18 36				

Namen der Orte	Beobachter	Zeit der Beobachtung	Magnetische Abweichung	Jährl. Veränd.	Geographische Breite	Länge Ferro	Länge Greenw
Africa und die benachbarten Inseln.			° ′	′	° ′	° ′	° ′
S. Marie Insel bey Madagascar (26) .	Davis	1610	19 50	—	16 30 s		
	Mathews	18 Apr. 1722	19 53	0,0			
		19 Apr. 1722	19 52	—			
		22 April 1722	19 25				
Nosfi-Gombi Insel bey Madagascar .	Mathews	5 Mai 1722	20 0		13 4 s	64 45	47 5
		6 Mai 1722	19 45				
		7 Mai 1722	19 5				
Salée Rhede	R. Bulter	Aug. 1735	12 19		33 43 s	11 2	353 22
Sierra Leona	W. Keeling	1608	1 50 ö		8 36	4 17	346 37
	Mathews	8-9 Nov. 1725	5 12 w	3,7			
Sunken Rocks	Lankaster	15 Sept. 1606	21 0		31 48 s		
Socotra Insel	Middleton	25 März 1611	16 0	—	12 47		56 0
	J. Saris	17 Feb. 1612	17 22	0,3			
		1674	17 0	—			
	Mathews	4 April 1723	11 25				
	id.	5 Apr. 1723	11 36	6,3			
	id.	8 Apr. 1723	11 38				
	id.	10 Apr. 1723	12 4	—			
	id.	11 Apr. 1723	11 57	4,2			
	id.	31 Mai 1723	12 20				
	Panton	12 Nov. 1776	8 6	—			
S. Thomas Insel . .	Mathews	Jan. 1726	14 48				
	id.	Apr. 1726	14 32				
Tripolis	Bulter	Apr. 1733	13 22		32 54	30 45	13 5
Trinidad Insel (Martin Vas) . .	Schouten	3 Nov. 1615	12 0 ö		20 45 s	348 10	330 30
Amerika und die benachbarten Inseln.			° ′	′	° ′	° ′	° ′
Acapulco	Anson	1744	3 0 ö		16 51	277 50	260 10
Albany Fort	C. Middleton	22 Aug. 1730	23 0 w	—	52 22	295 2	277 22
	Hutchins	14 Sept. 1774	17 0	8,2			
Antigoa Insel	Mathews	14 Apr. 1727	4 28 ö	—	17 4	315 45	298 5
	D. Rofs	4 Juni 1760	4 51 ö				
	id.	4 Apr. 1761	3 9 w	0,0			
	id.	15 Apr. 1761	4 31	—			
Augustin Vorgeb. . .	Halley	1670	5 30 ö		8 0 s	342 2	324 22
Bear Insel (Cherry)	W. Barentz	9 Juni 1596	13 0	—	74 10	33 40	16 0
	Jonas Poole	8 Mai 1610	13 30	2,0			
Beverley	Willard	27 Juli 1781	7 6		42 36		
		28 Juli 1781	7 0				
		30 — —	7 6				
		31 — —	7 0				
		1 Aug. 1781	7 0				
		6 — —	7 1				

Namen der Orte — Amerika und die benachbarten Inseln.	Beobachter	Zeit der Beobachtung	Magnetische Abweichung	Jahrl. Veränd.	Geographische Breite	Länge Ferro	Länge Greenw
Beverley	Willard	15 Aug. 1781	7° 3w	'	° '	° '	° '
Barbados Insel							
Carlisle Bay . .	Mathews	26-2? Jan. 1726	4 24 ó		13 5	318 3	300 23
	Rofs	28-31 Mai 1760	4 30	0,0			
	id.	4 Mai 1761	3 47				
Lamberts Point .	Mathews	29 Juni 1726	3 25 ó				
Bastimentos Ins.							
Terra Firma . .	id.	22 Juli 1726	7 48 ó				
Boston		1708	9 0w		42 25	307 3	289 23
		1741	7 30	2,7			
Buttons Insel. . , . .	W. Baffin	31 Mai 1615	24 0	–,8	60 40	310 2	292 22
	C. Middleton	16 Sept. 1730	39 0				
Buenos Ayres	Feuillée	21 Aug. 1708	15 32 ó		34 35 s	319 9	301 29
Bahia, Brasil.	Noël	1708	11 30 ó		13 10 s		
Cambridge	Brattle	1708	9 0w	1,6	42 25½	306 58	289 18
	D. Winthorp	1742	8 0				
	id.	1757	7 20	2,			
	Williams	25 Feb. 1761	7 14				
	Winthorp	1763	7 0				
	Williams	25 Dec. 1780	7 2	1,0			
	id.	21 Juni 1782	6 45				
	id.	25 Dec. 1783	6 52				
Cap Cathivas T. Firma	Mathews	7 Aug. 1726	7 24 o				
Carthagena	Feuillée	1 Jan. 1705	7 12 o	1,2	10 26	302 10	284 30
	Mathews	11 Aug. 1726	6 50 o				
S. Croix Insel . . .	Lowenörn	23 Mai / 19 Juni 1785	3 20 o	0,0	17 45	312 51	295 11
	Thomsen	15 Apr. 1817	2 50 o				
S. Christophe Insel							
Basseterre . . .	Mathews	2 Juli 1726	4 10 ó		17 19	314 47	297 7
Cuba							
Table Land . .	id.	19 Oct. 1726	4 0 o				
Pan de Matanzas	id.	23 Oct. 1726	4 24 o		23 2	295 56	278 16
Havanna	Harris	1732	4 30 o		23 8	295 8	277 28
Cayenne Insel . . .	Richer	1672	11 0 o		4 56	325 25	307 45
	des Hayes	1682	5 30 ó				
Conception	Feuillée	24 Jan. 1709	10 20 o		36 43 s	305 0	287 20
Coquimbo	id.	17 Apr. 1700	8 32 o		29 55 s	306 24	288 44
Curaçao	id.	18 Juli 1704	0 40 o				
Cumana	Humboldt	1799	4 14 o		10 28	313 30	295 50
Chesapeak Bay . . .	W. Hoxton	1732	4 58w				
Cod Bay		1789	6 45				
Cap Christian							
(Grönland)	J. Hall	30 Mai 1605	12 15		62 38	326 24	308 44
S. Catharina Insel (27)	Frezier	1712	12 0 ó		27 19 s	330 0	312 20
	La Perouse	19 Nov. 1785	12 0 ó				
	Krusenstern	4 Feb. 1804	7 51 o				

Namen der Orte. Amerika und die benachbarten Inseln.	Beobachter	Zeit der Beobachtung	Magnetische Abweichung	Jährl. Veränd.	Geographische Breite	Länge Ferro	Länge Greenw.
Cap Corientes	Dampier	17 Apr. 1684	4°28 ö	′	5° 0′	° ′	282°30′
Discovery Hafen (Juan de Fucas Straſse) .	Vancouver	Apr. 1792	21 30 ö		48 2	255 2	237 22
Desolation Sund . .	id.	1792	19 16 ö		50 11	255 1	235 21
S. Diego (N. Californ.)	id.	1792	11 0 ö		32 39	260 23	242 43
Deseado Insel. . . .	Mathews	23 Nov. 1726	3 27 ö		16 25	316 29	298 49
Domingo							
Cap François . .	Verdun	Apr. 1772	5 20 ö		19 46	305 22	287 42
	Don Ulloa	1776	5 30 ö	1,1			
	Löwenörn	{19 Juli / 7 Aug} 1783	5 32 ö				
Alta Vela Ins. .	Gray	27 Jan. 1728	6 2 ö		17 18	306 1	288 21
Frio Vorgeb.		1670	12 10 ö	3,4	22 57 s	336 8	318 28
	Cook	Nov. 1768	6 40 ö				
Fernando Naronha Ins.	J. Davis	1610	8 10 ö		3 56 s	345 2	327 22
Florida Cap	Mathews	25 Oct. 1726	3 26 ö				
Fuego, Terra del							
Christmaſs-Sund	Cook	24-27 Dec. 1774	24 43 ö		55 52 s	307 37	289 57
Good Succes-Bay	id.	21 Jan. 1769	24 9 ö		54 50 s	312 15	294 35
Godthaab (Grönl.) .	Andr. Ginge	1-2 Sept. 1784	50 30 w	17,0	64 10	325 52	308 12
(28)	id.	1787	51 21				
Guardalupa Insel . .	Mathews	1 Juli 1726	3 22 ö		15 59½	315 55	298 15
Hermite Insel	Feuillée	26 Dec. 1707	20 0 ö		56 6 s		
Juan Fernandes Ins.	Carteret	Mai 1767	11 0 ö		33 40 s	298 40	281 0
Jamaika Insel							
Portland Point .	Mathews	12 Juli 1726	6 2 ö		17 6	300 41	283 1
Port Royal . . .	id.	12 Sept. 1726	4 31 ö			300 54½	283 14½
Blac River . . .	Harris	Apr. 1732	6 2 ö				
Jamba Point							
(Terra Firma) . .	id.	12 Aug. 1726	6 20 ö				
Lima	Feuillée	15 Dec. 1709	6 15 ö		12 3 s	300 32	282 52
Mexico	Don Alzate	Juni 1769	5 20 ö		19 26	278 34⅓	260 54⅓
		Dec. 1769	5 33 ö				
Martinique Ins. . . .	des Hayes	Nov. 1682	4 10 ö		14 36	316 31	298 51
	Feuillée	9 Feb. 1704	6 5 ö	5,0			
	id.	20 Feb. 1704	6 10 ö				
	id.	Nov. 1706	6 10 ö	0,7			
	Roſs	16 Juni 1760	5 41 ö				
Marie Galante Ins. .	Mathews	29 Nov. 1726	3 40 ö		15 52	318 24	300 44
S. Marthe Vorgeb. .	Feuillée	20 Juli 1704	7 6 ö		11 20	303 31	285 51
Mas-a-fuera Insel .	Byron	1765	9 36 ö		33 45 s	296 46	279 6
	Carteret	Mai 1767	10 24 ö	0,0			
	Vancouver	1795	9 15 ö				
Mendocino Cap . . .	Gem. Carreri	1693	2 0 ö	8,0	40 29	253 11	235 31
	La Perouse	8 Sept. 1786	14 24 ö				
Moose Fort Huds. B.	Hutchins	8 Sept. 1774	17 0 w		51 20	295 1	277 21
Musketto Cove Grnl.	Pickersgill	14 Juli 1776	50 36		64 55	324 44	307 4

Namen der Orte — Amerika und die benachbarten Inseln.	Beobachter	Zeit der Beobachtung	Magnetische Abweichung	Jährl. Veränd.	Geographische Breite	Länge Ferro	Länge Greenw
Monterrey	Vancouver	1795	12°22 ö		36°36′	255°49′	238° 9′
Montserrat	Rofs	8 Juni 1760	5 32 ö		16 48	315 32	297 52
New-Found-Land							
S. Pierre Fort .	Verdun	Mai 1772	19 15w		46 46	321 22	303 42
Nutka (28)	Cook	4 Apr. 1778	19 45 ö		49 35	251 3	233 23
	Vancouver	Oct. 1792	18 22 ö	5,9			
Norton Sund	Cook	6-17 Sept. 1778	25 45 ö		64 31	214 45	197 5
Norriton		1770	3 8w		40 10	302 24	284 44
Porto Belo	Feuillée	7 Oct. 1704	7 25 ö		9 33	297 50	280 10
Pisco	id.	15 Oct. 1707	7 0 ö				
Paraiba	P. Couplet	20 Mai 1698	5 35 ö		6 58 s		
Quito Peru	Bouguer	Nov. 1742	8 30 ö		0 14 s	298 55	281 15
Quebec Canada . . .	P. Bressan	1649	16 0w		46 55	307 47	290 7
	Des Hayes	1686	15 30	0,8			
Rio Janeiro	Cook	Oct. 1768	7 34 ö		22 54	334 55	317 15
	J. Hunter	1787	6 12 ö	4,3			
Resolution Insel	Baffin	1 Juni 1615	24 6w		61 45	310 5	292 25
Savage Insel	id.	2 Juni 1615	27 30		62 30	305 2	287 22
Smiths Sund	id.	5 Juli 1616	57 0		78 0	310 40	293 0
Santiago de Chili . .	Espinoza	1794	14 28 ö		33 26 s	306 50	289 10
Sebalt Inseln	Dampier	28 Jan. 1683	23 10 ö		51 0 s	311 22	293 42
	Feuillée	31 Dec. 1707	23 0 ö	0,[illegible]			
Spitzbergen (29)							
Bell-Sund . . .	W. Baffin	3 Aug. 1613	13 11w		79 44		
Crofs Rheed . .	W. Barentz	23 Juni 1596	16 0		79 44		
Hornsund	J. Poole	16 Mai 1610	16 0		76 55		
	W. Baffin	30 Mai 1613	13 0				
	id.	14 Juni 1613	12 14				
Magdalenensund	Fotherby	18 Juni 1614	25 0		79 34		
Poopy Bay . . .	W. Baffin	7 Juni 1613	15 21		78 24		
Read Beach . .	W. Barentz	23 Juni 1596	16 0		79 42		
Vogelsang. . . .	Phips	16 Juli 1773	20 38		79 53	29 41	12 1
Unalashka							
Samganoodha Haf.	Cook	12 Oct. 1778	19 59 ö		53 5	211 10	193 28
Vera Cruz		1769	6 40 ö		19 12	281 31	263 51
	Don Ulloa	Juli 1776	7 30 ö	7,1			
Valparaiso	Feuillée	11 März 1709	9 30 ö		33 0 s	305 26	287 46
	Vancouver	1795	14 49 ö	3,[illegible]			
Valdivia	Narborough	1670	8 10 ö				
Pr. Wales Fort. . . .	C. Middleton	1725	21 0w		58 48	282 47	265 48
	id.	1738	18 0	13,9			
	id.	1742	17 0	15,0			
	Wales	21-23 Aug. 1769	9 41	16,3			
Ylo Peru	Feuillée	Juli 1710	6 38 ö		17 36 s	306 27	288 47
York (New)	Ph. Wells	1686	8 45		40 43	303 31	
	Burnet	1723	7 20	2,5			
		1750	6 22	2,2			

Namen der Orte Amerika und die benachbarten Inseln.	Beobachter	Zeit der Beobachtung	Magnetische Abweichung	Jährl. Veränd.	Geographische Breite	Länge Ferro	Länge Greenw.
York (New)	Evans	1755	5° 0?	′	° ′	° ′	° ′
		1789	4 20	3,1			
Australien.			° ′	′	° ′	° ′	° ′
Amboina	Dentrecasteaux	6 Sept. 1792	1 14		3 42 s	146 9	128 29
Anamocka (30) . . .	A. Tasman	Jan. 1643	6 20 ö	—	20 15 s	202 51	185 11
	J. Cook	27 Juni 1774	9 47 ö	1,3			
	id.	Juli 1777	8 30 ö	—			
Admiralitäts Ins. . .	Carteret	16 Sept. 1767	6 30 ö		2 19 s	127 43	145 23
Admiralitäts Bay N. Zeeland	Cook	5 Apr. 1773	14 3 ö		40 55 s	191 41	174 1
Botany Bay	id.	6 Mai 1770	8 0 ö		34 0 s	169 3	151 23
Bourou Ins. Cayeli	Dentrecasteaux	5 Sept. 1613	0 54 w		3 22 s	145 1	127 21
	Albrechtsen	8 Jan. 1799	0 18 ö				
	id.	9 Jan. 1799	0 19 ö				
Boscaven Ins. . - . .	Wallis	13 Aug. 1767	9 0 ö		15 50 s	202 22	184 42
Cocos Ins.	Vancouver	23-27 Jan. 1795	7 45 ö		5 35	290 45	273 5
Caroline Ins.	Broughton	16 Oct. 1795	5 14 ö		5 57 s	227 15	209 35
Cumberland Ins. . .	S. Wallis	13 Juni 1767	7 0 ö		19 18 s	236 58	219 18
Charlottes Ins. . . .	id.	8 Juni 1767	5 20 ö		19 18 s	239 28	221 48
Cooks Str. N. Zeel.	Cook	4 Apr. 1773	15 2 ö		41 2 s	191 40	174 0
Christmaſs Ins. . . .	Cook	1 Jan. 1778	6 22 ö		1 59	220 10	202 30
Charlottes Sund. N. Z.	Bayley	Mai 1773	13 31 ö		41 6 s	191 6	173 26
	Wales	Mai 1773	14 15 ö				
	id.	14 Nov. 1773	13 52 ö				
Ship Cove . . .	id.	9 Nov. 1774	14 9 ö		41 6 s	192 5	174 25
ibid.	Cook	25 Jan. 1777	12 4 ö				
Diemens Land, N. Holl.	Tasman	1642	0 0	—	42 25 s	159 48	142 8
Adventure B. . .	Bayley	10 März 1773	10 34 ö		43 22 s	165 9	147 29
ibid.	id.	15 März 1773	9 6 ö	2,3			
ibid.	Cook	26 Jan. 1777	5 15 ö	—			
ibid.	Bligh	3 Sept. 1788	8 33 ö				
Cap Diemen . .	Dentrecasteaux	16 Mai 1792	7 40 ö	7,1	43 32 s	164 46	147 6
ibid. (31)	id.	22 Jan. 1793	7 25 ö	—			
Dusky Bay N. Zeel. Pickersgill Hafen	Wales	März 1773	13 49 ö	3,3	45 47 s	183 58	166 18
	Vancouver	1793	14 56 ö		45 45 s	183 56	166 16
Dory Hafen N. Guinea	Forest	1775	1 30 ö		0 21 s	148 40	131 0
Erromango Ins. . . .	Cook	4 Aug. 1774	10 6 ö		18 43 s	187 8	169 28
Egmont Ins.	Wallis	11 Juni 1767	6 0 ö		19 20 s	239 2	221 22
Eaowe Ins.	Bayley	2 Oct. 1773	9 3		21 21 s	203 6	185 26
Easter Ins.	Cook	16 März 1774	4 30 ö	4,3	27 6 s	267 54	250 14
			3 32 ö				

Namen der Orte — Australien.	Beobachter	Zeit der Beobachtung	Magnetische Abweichung	Jährl. Veränd.	Geographische Breite	Länge Ferro	Länge Greenw.
Easter Ins.	La Perouse	10 Apr. 1786	3° 10 ö		27° 9 s	268° 4'	250° 24'
Espiritu Santo Ins. .	Cook	27-28 Juli 1774	10 29 ö		14 39 s	184 29	166 49
Farewel Vorgeb. N. Z.	Bayley	3 Apr. 1773	12 12 ö		40 18 s	190 50	173 10
Gallipagos Inseln .	Vancouver	9 Feb. 1794	8 0 ö		0 44 s	285 34	267 54
Georgs Vorg. N. Irl.	Carteret	Aug. 1767	5 20 ö		5 0 s	169 51	152 11
Georgs Kanal N. Britt.	id.	Aug. 1767	4 40 ö				
Georg III Sund N. Holl.	Vancouver	28 Sept. 1791	5 20 w		35 6 s	135 54	118 14
Graftons Ins.	Byron	22 Oct. 1765	1 20 w		21 8 n	135 46	118 6
	Wallis	29 Oct. 1767	1 3		21 4	138 32	120 52
Gloucester Ins. . . .	id.	12 Mai 1767	7 10 ö		19 11 s	237 26	219 46
Gowers Ins.	Carteret	20 Aug. 1767	8 20 ö		7 56 s	176 28	158 48
Howes Ins.	Wallis	30 Juli 1767	7 40 ö		16 46 s	223 19	205 39
Heiligen 3 Königen Ins. N. Zeel. . . .	Tasman	4 Jan. 1643	8 40 ö	1,3	34 35 s		
	Cook	25 Dec. 1769	11 25 ö		34 0 s	189 40	172 0
Huaheine Ins.	Bayley	3-6 Sept. 1773	6 31 ö		16 45 s	226 31	208 51
Owharre Hafen	Wales	21-22 Mai 1774	5 20 ö				
	Cook	Dec. 1777	5 13½		16 43		208 52
Julias Insel	Grant	7 Dec. 1800	2 50 ö		38 29 s	162 20	144 40
Kotoo Ins.	Cook	Juli 1777	8 12 ö		20 15 s	202 51	185 11
Keppel Ins.	Wallis	13 Aug. 1767	10 0 ö		15 53 s	202 19	184 39
Lefooga Ins.	Cook	Juli 1777	10 12 ö		20 15 s	202 51	185 11
Luçon Ins.							
Manilla (32) . .	Le Gentil	1766	0 15 w	0,9	14 34	138 31	120 51
Cavite	La Perouse	27 Feb. 1787	0 33		14 29	138 51	121 11
Maitea	Bligh	Oct. 1788	5 36 ö		17 53 s	229 29	211 49
Mercury Bay N. Zeel.	Cook	25 Nov. 1769	12 40 ö		35 50 s	192 25	174 45
Morder Bay N. Zeel.	Tasman	18 Dec. 1642	9 0 ö	1,9	40 30 s	191 40	174 0
	Cook	15 Jan. 1770	13 5 ö				
Mowee Ins.	La Perouse	30 Mai 1786	8 42 ö		20 50 n	221 35	203 55
Norfolk Ins.	Cook	10 Oct. 1774	11 3 ö		29 2 s	185 56	168 16
Neu Caledonien . . .	Dentrecast.	Apr. 1793	9 30 ö		20 17 s	182 16	164 36
Neu Guinea westl. Spitze	Tasman	1643	5 30 ö		0 26 s		126 0
Otaheite							
S. O. Spitze . .	Wallis	19 Juni 1767	6 0 ö		17 48 s	228 17	210 37
N. O. Spitze . .	id.	4 Juli 1767	5 30 ö		17 30 s	227 32	209 52
Point Venus . .	Cook	29 Aug. 1769	4 45½		17 29 s	228 10	210 30
ibid.	id.	29 Aug. 1773	5 40 ö		17 29¼	228 19	210 39
ibid.	id.	23 Apr. } 10 Mai } 1774	5 49 ö		17 29¼	227 58	210 18
Matavai Point .	id.	Dec. 1777	5 34 ö		17 29¼	228 2	210 22
Matavai Bay . .	Vancouver	1794	6 12 ö		17 30½	228 4	210 24
ibid.	Broughton	Dec. 1795	3 43 ö				
Ohittahoo	Cook	9 Apr. 1774	3 31 ö		9 55 s	238 31	220 51
	Marchand	12 Juni 1791	5 50 ö		9 59 s	239 31	221 51
Osnabrugh	Wallis	17 Juni 1767	6 0 ö		17 51 s	230 2	212 22

Namen der Orte Australien.	Beobachter	Zeit der Beobachtung	Magnetische Abweichung	Jährl. Veränd.	Geographische Breite	Länge Ferro	Länge Greenw
Onehow	Broughton	19 Feb. 1796	10°54 ö	'	21°51 n	217°17'	199°37'
Owhyhee Karakakoa Bay (35)	Cook	Nov. 1779	8 6 ö	—	19 28	221 40	204 0
			7 32				
	Vancouver	März 1793	7 47	3,2			
	Broughton	31 Jan. 1796	8 15				
			9 12	—			
Observatory Ins. N. Caledonien . .	Cook	6 Sept. 1774	10 24 ö		20 18 s	182 21	164 41
Palmerston Insel . .	id.	16 Juni 1774	10 1 ö		18 0 s	213 40	196 0
Pitcairn Insel	Carteret	2 Juli 1767	2 46 ö		25 2 s	244 23	226 43
Pudyoua Insel . . .	Cook	6 Sept. 1774	8 33 ö		20 18 s	182 21	164 41
Pescadores Ins. . . .	Wallis	3 Sept. 1767	10 0 ö		10 10 n	185 27	167 47
Pulo Aroe Ins. . . .	id.	15 Nov. 1767	1 0w		2 28 n	122 32	104 52
Port Jakson N. Holl.	Cook	6 Mai 1770	8 0 ö	—	33 50 s	169 3	151 23
	J. Hunter	1788	8 30 ö	7,2	33 50	169 5	151 25
Cattle Point . .	Broughton	Sept. 1795	11 9 ö	—	33 52	168 50	151 10
Pilstart Ins.	Tasman	19 Jan. 1643	7 30 ö	1,1	22 26 s	201 41	184 1
		8 Oct. 1773	9 51 ö				
Palliser Vorg. N. Zeel.	Cook	12 Feb. 1770	14 0 ö		41 37 s	192 10	174 30
	Bayley	7 Juni 1773	13 1 ö				
Scilly Insel	Wallis	31 Mai 1767	8 0 ö		16 28 s	222 8	204 28
Saunders Ins.	id.	28 Juli 1767	6 30 ö		17 28 s	226 28	208 48
Savage Ins.	Cook	21 Juni 1774	11 25 ö		19 3 s	208 0	190 20
Tolaga Bay N. Z. .	Bayley	9-15 Nov. 1773	13 40 ö		38 21 s	196 14	178 34
Tongataboo	Tasman	21 Jan. 1643	7 15 ö	1,5	21 9 s	202 35	184 55
	Cook	3 Oct. 1773	10 11 ö				
	id.	Juli 1777	9 44 10 13	0,0			
	Dentrecasteaux	März 1793	10 0	—	21 8	202 30	184 50
Tinian	Wallis	30 Sept. 1767	6 20 ö		14 58 n	168 22	150 42
Turtle Ins.	Cook	3 Juli 1774	12 28 ö		19 48 s	199 40	182 0
Tanna Port Resolution	Cook	8-18 Aug. 1774	7 14 ö		19 32 s	187 29	169 49
Ulietea	Bayley	7-15 Sept. 1773	6 10 ö		16 45 s	226 15	208 35
Ohamaneno Hafen	Wales	29-31 Mai 1774	6 4 ö		16 46 s	226 3	208 23
ibid.	id.	1 Juni 1774	6 24 ö				
ibid.	Cook	Dec. 1777	6 19 ö		16 45½	226 5	208 25
Woatoo Fair-Haven . .	Broughton	11 Feb. 1796	9 41 ö		21 18 n	219 41	202 1
Waygiou	Forest	1775	1 0 ö	—	0 0	144 40	127 0
	Dentrecast.	16 Aug. 1793	1 14 ö	0,3	0 1 s	148 53	131 13
Whitsunday Ins. . .	Wallis	7 Juni 1767	6 0 ö		19 26 s	239 36	221 56
Will. Henry Ins. . .	id.	13 Juni 1767	7 0 ö		19 0 s	236 26	218 46
Wallis Ins.	id.	17 Aug. 1767	10 0 ö		13 18 s	200 32	182 52
York Ins.	id.	27 Juli 1767	6 0 ö		17 28 s	227 16	209 36

II. TAFEL.

Neigung der Magnetnadel

für verschiedene Orte der Erde, nebst dem Namen des Beobachters, der Beobachtungszeit, und der geographischen Breite und Länge des Beobachtungsortes.

Namen der Orte	Beobachter	Zeit der Beobachtung	Magnetische Neigung	Jährl. Veränd.	Geographische Breite	Geographische Länge Ferro	Geographische Länge Greenw
Alexandria (1)	Nouet	Juli 1799	47° 30′	′	31° 12′	47° 35′	29° 55′
Altorf	Humboldt	1805	66 53				
Antonio, Amerika .	id.	1800	14 25		0 0	299 48	282 8
Ascension Insel . . .	De la Caille	17 Apr. 1754	11 10	6,3	7 56 s	3 19	345 37
	I. Cook	28-30 Mai 1775	8 57				
Agulhas Vorgeb. . .	Ekeberg	7 März 1771	45 30 s		35 15 s		
Antongil Bay Madag.	Le Gentil	1761	46 9 s		15 28 s	68 13	50 33
Anjenga	Panton	28 Oct. 1776	4 23 s		8 41	94 34	76 54
Albany Fort (2) . . .	Hutchins	1775	79 20		52 22	295 2	277 22
Amboina	Dentrecasteaux	6 Sept. 1792	20 37 s		3 42 s	146 9	128 29
Brest	id.	1791	71 30		48 23	13 9	355 29
Berlin		1755	71 45		52 32	31 1	13 21
		1761	72 0				
	Euler	1769	72 45	4,5			
	Humboldt	1805	69 53				
Bologna	id.	1805	64 48		44 30	29 0	11 20
Barcellona	id.	1800	64 37		41 23	19 52	2 12
Bareedy	Panton	9-14 Dec. 1776	34 21		24 16	56 10	38 30
Bocca Tigris	Ekeberg	15 Nov. 1770	26 0		23 0		

Namen der Orte	Beobachter	Zeit der Beobachtung	Magnetische Neigung	Jährl. Veränd.	Geographische Breite	Länge Ferro	Länge Greenw
Birch Bay	Vancouver	1794	73°13′	′	48°53′	255°13′	237°33′
Bourbon Insel							
Saint Deuys . .	Manevillette	4 Juli 1751	52 52				
	De la Caille	22 Feb. 1754	54 22		20 52 s	73 10	55 30
S. Paul	Le Gentil	1766	52 55 s		20 58 s	73 10	55 30
Botany Bay	Cook	1 Mai 1770	67 1 s		34 0 s	169 3	151 23
Bourou Insel							
Cayeli	Dentrecast.	Sept. 1795	20 30 s		3 22 s	145 1	127 21
Carrichana	Humboldt	1800	30 24		6 34	309 42	292 2
Cumana	id.	1799	39 47		10 28	313 30	295 50
Cumanacoa	id.	1799	38 53		10 16	313 41	296 1
Carthagena	id.	1799	35 15		10 26	302 10	284 30
Cocollar	id.	1799	38 20		10 10	313 41	296 1
Cuença	id.	1799	8 43		2 55	298 26	280 46
Como	id.	1805	66 12		45 44	26 33	8 53
Cambrilis	id.	1799	64 34				
Cenis							
Lans-le-Burg .	id.	1805	66 9				
Hospiz	id.	1805	66 22				
S. Carlos del Rio Negro	id.	1800	20 47		1 52	309 50	292 10
Chancay	Humboldt	1799	10 35		11 33	300 16	282 36
Cherson	Inochodzof	Oct. 1782	65 0		46 38	50 20	32 40
S. Cruz, Teneriffa .	Cook	Aug. 1776	61 52		28 30	1 9	343 29
	Dentrecast.	Oct. 1791	62 25				
	Humboldt	1799	62 25				
Cambridge (3)	Williams	25 Dec. 1780	69 51		42 23	306 30	289 18
	id.	2 Jun. 1782	69 41				
	id.	23 Dec. 1783	69 41				
Coquimbo	Feuillée	20 Apr. 1710	47 25 s		29 55 s	306 24	288 44
Conception	id.	14 Feb. 1710	55 30 s		36 43 s	305 0	287 20
Christmafs Insel . .	Cook	1 Jan. 1778	11 54 s		1 59	220 10	202 50
Cracatoa Ins.	id.	Feb. 1780	26 3 s		6 8 s	123 16	105 36
Chalmers Hafen . . .	Vancouver	Apr. 1794	77 8¼		60 16	231 2	213 22
Crofs Sund	id.	Juli 1794	78 58½		58 12	241 35	223 55
Cocos Insel	id.	23-27 Jan. 1795	19 45		5 35	290 45	273 5
S. Catharine Ins. . .	La Perouse	19 Nov. 1785	30 30 s		27 21 s	330 0	312 20
S. Croix Ins.	Löwenörn	Juni 1783	49 15		17 45	312 51	295 11
Cochin	Le Valois	1786	10 15		9 58	93 43	76 3
Charkow	Huth	1809	66 15		50 0	54 6	36 26
	id.	1811	65 22¼				
Charlottes Sund, N. Zeel.	Cook	19 Jan. 1770	54 50 s	?	41 5 s	193 5	175 25
	Bayley	Mai 1773	64 44¼		41 6 s	191 6	173 26
	Wales	Mai 1773	64 39	—			
	id.	14 Nov. 1773	64 21				
Ship Cove . . .	id.	Oct. 1774	64 38¼	13,0			
ibid.	Cook	25 Feb. 1777	63 42	—			

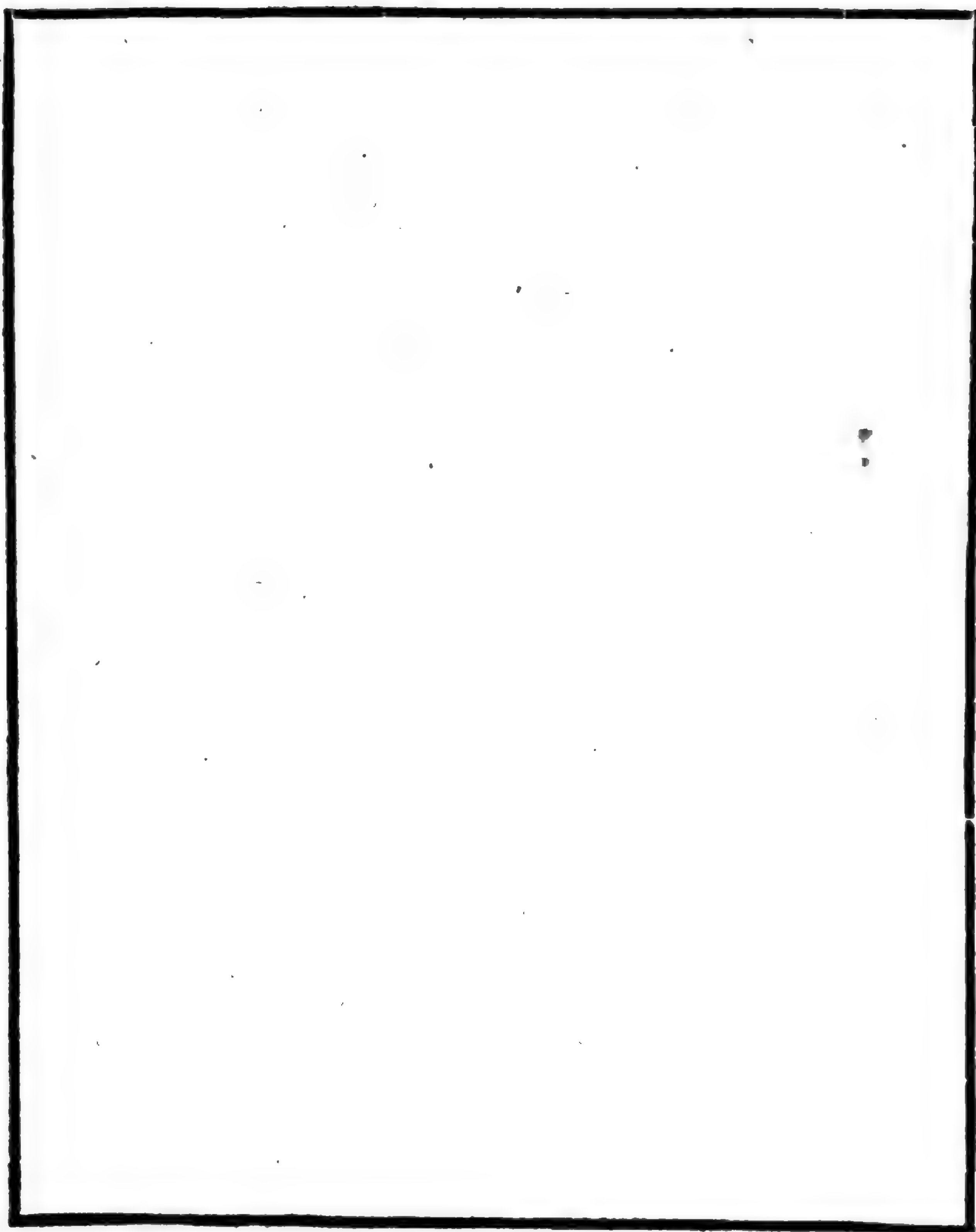
Namen der Orte	Beobachter	Zeit der Beobachtung	Magnetische Neigung	Jahrl. Veränd.	Geographische Breite	Länge Ferro	Länge Greenw
Cavite, Manilla . . .	La Perouse	Jan. 1787	11° 5′	′	14°29′	128°51′	111°11′
Diemens Land							
Adventure Bay .	Cook	26 Jan. 1777	70 15 s		43 21 s	165 9	147 29
Port du Nord .	Bertrand	11 Mai 1792	70 50		43 32	164 36	146 56
Cap Diemen . .	Dentrecast.	16 Mai 1792	70 30		43 32	164 46	147 6
Port du Sud . .	id.	7 Febr. 1793	72 22		43 34½	164 36	146 56
	de Rossel	1793	70 10		43 34½	164 36	146 56
Dusky Bay N. Zeel.	Cook	17-18 Apr. 1773	70 6 s	1,4	45 47 s	183 58	166 18
	Vancouver	Sept. 1791	69 43				
Dauphin Fort, Madag.	Le Gentil	9 Nov. 1761	52 5 s		25 1 s	64 29	46 49
Discovery Hafen . .	Vancouver	Apr. 1792	74 30		48 2½	255 3	237 22
S. Diego, N. Calif.	id.	Nov. 1793	59 13		32 42½	260 47	243 7
Dyrefiords Hafen . .	Löwenörn	16 Juli 1786	79 30		65 52	348 50	341 10
Esmeralda	Humboldt	1799	25 58		3 11½	311 37	293 57
Endeavour River . .	Cook	18 Juli 1770	36 0 s		15 26 s	162 52	145 12
France Insel							
Port Louis . . .	Mannevill.	4 Juli 1751	52 52 s		20 10 s	75 8	57 28
	De la Caille	11 Jan. 1754	52 17				
Florenz	Humboldt	1805	63 57		43 46½	28 55	11 15
Faenza	id.	1805	63 54				
Ferrol	id.	1799	68 52		43 29	9 25	351 45
Franecker	Brugmanns	1765	72 12		53 11		
Fayal Bay	Cook	14 Juli 1775	71 1		38 32	349 7	331 27
Foulpoint Madag. . .	Le Gentil	1762	48 32		17 41 s	67 36	49 56
Fuego, Terra del							
Good Succefs Bay	Cook	20 Jan. 1769	68 51 s		54 50 s	312 15	294 35
	id.	24 Jan. 1769	65 0				
Christmafs Sund	id.	24-27 Dec. 1774	66 54		55 22 s	307 37	289 57
S. Vincent, Vorg.	La Perouse	24 Jan. 1786	63 0 s		54 35 s	311 56	294 16
Sta Fé de Bogota .	Humboldt	1799	24 16		4 36	303 26	285 46
Gottingen	id.	1805	69 29	—	51 32	27 34	9 54
	Mayer	1805	69 26	2,2			
	id.	1814	69 9	—			
Genua	Humboldt	1805	64 45		44 25	26 38	8 58
Guadarama	id.	1799	66 9				
Gironne	id.	1799	64 34				
S. Gotthard							
Ursern	id.	1799	66 42				
Hospiz	id.	1799	66 22				
Airolo	id.	1799	65 55				
GuterHoffnungVorgeb.	La Caille	26 Apr. 1751	43 0 s	—	33 55 s	36 4	18 24
	Bayley	13-14 Nov. 1772	45 37				
	id.	März 1775	45 19	6,5			
False Bay . . .	Abercromb.	20 Aug. 1775	46 26				
Simons Bay . .	Cook	Apr. 1780	46 47		34 20	36 9	18 29
Cap Stadt	Bertrand	Jan. 1792	47 25	—	33 55	36 4	18 24
Gallipagos Inseln . .	Colnet	1793	6 0		0 37 s	288 2	270 22

Namen der Orte	Beobachtet	Zeit der Beobachtung	Magnetische Neigung	Jährl. Veränd.	Geographische Breite	Länge Ferro	Länge Greenw
Gallipagos Inseln . .	Vancouver	9 Feb. 1795	2°20′		0°44 s	285°34′	267°54′
Georg III Sund, N. Holl.	id.	Sept. 1791	64 54 s		35 5 s	135 54	118 14
Gebel Zeker	Panton	22 Nov. 1776	11 37		14 24	61 15	43 35
Gebel Tur	id.	23 Nov. 1776	13 23		15 29	60 52	43 12
Havnefiords Hafen .	Löwenörn	6-7 Aug. 1786	80 0		64 4	355 48	338 8
Holmens Hafen . . .	id.	17 Mai 1786	78 30		64 9	355 48	338 8
S. Helene Insel . . .	De la Caille	10 Apr. 1754	9 0 s		15 55 s	11 52	354 12
	Ekeberg	19 Mai 1771	13 0	6,9			
	Cook	17 Mai 1775	11 25				
Heidelberg	Humboldt	1805	68 39		49 24	26 21	44 1
Heilbronn	id.	1805	68 1		49 10	26 47	9 7
Huaheine							
Owharre Hafen	Cook	Dec. 1777	28 28		16 43	226 32	208 52
Judda	Panton	29 Nov. 1776	26 0		20 59	57 36	39 56
Irkutsk	Schubert	1805	67 0		52 17	121 51	104 11
Javita	Humboldt	1799	24 19		2 48	309 38	291 58
Impossibile	id.	1799	38 50		10 26	313 34	295 54
Kopenhagen	Lous	1773	71 45		55 41	30 15	12 35
	Bugge	1791	71 20½	0,5			
	Wleugel	17 Aug. 1813	71 26				
Kasbin (4)	Beauchamp	Juli 1787	56 30?		36 11	67 13	49 30
Kola	Rumowsky	Mai 1769	77 45		68 52	50 40	33 0
Kleve	Humboldt	1805	70 8		51 48	23 45	6 5
Landscrone	Wilcke	1770	72 30		55 52	30 29	12 49
Loxa	Humboldt	1799	5 24		4 0 s	298 16½	280 36¼
Lima	Feuillée	1710	10 30 s	0,4	12 3 s	300 32	282 52
	Humboldt	1799	9 59				
Lucern	id.	1805	67 10				
Lucie-le-bois	id.	1805	68 10				
Lyon	id.	1805	66 14		45 46	22 29	4 49
London (5)	Rob. Norman	1576	71 50		51 31	17 32	359 52
	Gilbert	1600	72 0				
	Ridley	1613	72 30				
	Bond	1676	73 30				
	Whiston	1720	73 45 75 10				
	Graham	29 März 2 Mai 1723	74 42				
	Nairne	22 Apr. 1772	72 19	2,5			
	Cavendish	10-15 Oct. 1775	72 31				
	Gilpin	Sept. 1786	72 8,1				
	id.	Oct. —	— 7,6	2,3			
	id.	Nov. —	— 3,6				
	id.	Dec. —	— 3,4				
	id.	Jan. 1787	72 2,5				
	id.	Feb. —	— 6,9				
	id.	März —	— 5,9				

Namen der Orte	Beobachter	Zeit der Beobachtung	Magnetische Neigung	Jährl. Veränd.	Geographische Breite	Länge Ferro	Länge Greenw.
				′	° ′	° ′	° ′
London	Gilpin	Apr. 1787	72° 6,6				
	id.	Mai —	— 7,8				
	id.	Iuni —	— 6,8				
	id.	Juli —	— 6,4				
	id.	Aug. —	— 5,9				
	id.	Sept. —	— 5,7	6,0			
	id.	Oct. —	— 4,9				
	id.	Nov. —	— 4,7				
	id.	Dec. —	— 4,4				
	id.	Jan. 1788	72 4,0				
	id.	Jan. 1789	71 54,8				
	id.	Dec. —	71 54,6				
	id.	Jan. 1790	71 53,7				
	id.	Jan. 1791	71 23,7				
	id.	Oct. 1795	71 11,4	—			
	id.	Oct. 1797	70 59,4				
	id.	Apr. 1798	70 55,4				
	id.	Oct. —	— 55,0	5,0			
	id.	Oct. 1799	70 52,2				
	id.	Apr. 1801	70 55,6				
	id.	Oct. 1805	70 52,0				
	id.	Aug. 1805	70 21,0	—			
Lefooga Insel	Cook	Juli 1777	36 55		20 15 s	202 51	185 11
Marie Ins. b. Madag.	Le Gentil	9 Nov. 1762	43 51 s		16 30 s		
Manille (?)	id.	1766	11 41		14 34	138 31	120 51
Madrafs	Abercromb.	10 Sept. 1775	5 15		13 15	97 37	79 57
		28 Sept. —	5 0				
		3 Oct. —	5 0				
Mocha	Panton	20 Nov. 1776	8 23		13 22	61 50	44 10
Macao	Ekeberg	19 Dec. 1770	25 7½				
	Cook	Dec. 1779	21 1		22 9	131 29	113 49
Musketto Cove . . .	Pickersgill	14 Juli 1776	81 22½		64 55	324 43	307 3
Madrid	Humboldt	1799	67 41		40 25	13 57	356 17
Montpellier	id.	1799	65 53		43 36	21 32	3 52
Marseille	id.	1799	65 10		43 18	23 3	5 23
Medina del Campo .	id.	1799	66 9				
Magdeburg	id.	1805	69 55		52 10	29 25	11 45
S. Michel	id.	1805	66 12		45 23		
Modane	id.	1805	66 6				
Mailand	id.	1805	65 40		45 28	26 51	9 11
Modena	id.	1805	64 55		44 39	28 30	10 50
Mietau	Beitler	1783	73 0		56 39	41 23	23 43
Mahé	Le Valois	1786	9 0?		4 38 s	73 15	55 55
Mexico	Don Alzate	1778	58 0		19 26	278 34	260 54
	Humboldt	1799	42 10				
Monterrey	Vancouver	Nov. 1794	63 0		36 36	255 49	238 9
Nord Cap, Norw. .	Bayley	Juni 1760	79 0		71 10	43 30	25 50

Namen der Orte	Beobachter	Zeit der Beobachtung	Magnetische Neigung	Jährl. Veränd.	Geographische Breite	Länge Ferro	Länge Greenw.
Nimes	Humboldt	1799	65°23′		43°50′	21°59′	4°19′
Neapel	id.	1805	61 35		40 50	31 56	14 16
Nutka Sund (7) . . .	Cook	4 Apr. 1778	72 32 72 26		49 36	251 3	233 23
	Vancouver	Juli 1794	73 56				
Norton Sund	Cook	16-17 Sept. 1778	76 25		64 31	214 43	197 13
Orel	Inochodzoff	Aug. 1781	67 0		52 57	53 37	35 57
L'Orient	De la Caille	14 Juni 1754	72 0		47 45	14 17	356 37
Otaheite							
Point Venus . .	Cook	30 Mai 1769	30 43 s		17 29 s	228 5	210 25
ibid.	id.	29 Aug. 1773	29 43				
ibid.	id.	30 Apr. 10 Mai 1774	29 59				
Matavai Point .	id.	Dec. 1777	29 12		17 29 s	228 2	210 22
Matavai Bay . .	Vancouver	1791	30 53		17 30 s	228 4	210 24
Owhyhee (8)							
Karakakoa Bay .	Cook	12 März 1799	40 32 41 10		19 28	221 40	204 0
	Vancouver	Feb. 1793	41 24				
Oneehow	Cook	18 Jan. 1788	42 1		21 12	218 21	200 41
Observatory Inlet . .	Vancouver	Sept. 1793	75 54½		55 15½	247 56	230 16
Ohittahoo	Cook	9 Apr. 1774	18 7 s		9 55 s	238 31	220 51
Paris	Richer	1671	75 0	2,0	48 50	20 0	2 20
	La Caille	22 Sept. 1754	72 15				
	Le Monnier	1776	72 25	1,0			
	Cassini	1780	71 48	6,2			
	id.	1791	70 52				
	Bouvard	1798	70 10	6,6			
	Humboldt	1798	69 26				
	id.	1806	69 12				
	Conn. de Temps	2 Dec. 1814	68 36	4,5			
Petersburg	Euler	1755	73 30		59 56	47 59	30 19
	Mallet	1769	73 35	6,7			
	Kraft	1778	72 36				
	id.	1802	76 42?				
Ponoi	Mallet	18-19 März 1769	76 30		67 4	58 49	41 9
Petropaulowska . . .	Cook	Oct. 1779	63 5	1,1	53 1	176 23	158 43
(9)	Krusenstern	1804	63 32				
Pulo Condore	Cook	Jan. 1780	2 1		8 40	123 59	106 19
Princes Insel	id.	Feb. 1780	28 15 s		6 36 s	122 57	105 17
Pulo Pinang	Le Gentil	1768	6 22		5 25		
Popayan	Humboldt	1799	20 53		2 24	301 15	283 35
Perpignan	id.	1799	65 18		42 42	20 33	2 53
Pavia	id.	1805	65 26		45 11	26 49	9 9
Piacencia	id.	1805	65 0		45 3	27 22	9 42
Parma	id.	1805	65 7		44 48	28 0	10 20

Namen der Orte	Beobachter	Zeit der Beobachtung	Magnetische Neigung	Jährl. Veränd.	Geographische Breite	Länge Ferro	Länge Greenw
Pezara	Humboldt	1805	64° 18′	′	43° 55′	30° 33′	12° 53′
Portici	id.	1805	60 50				
Prag	Kampf	1768	71 3		50 5	32 5	14 25
Palma	Ekeberg	24 März 1770	64 22		28 38	359 56	342 16
Port Français	La Perouse	5-24 Juli 1785	75 52		58 39	240 10	222 30
Quito	Bouguer	Nov. 1742	10 0	3,5	0 13 s	298 55	281 15
	Humboldt	1799	13 22				
Rom	Kircher	1640	65 40	1,3	41 54	30 8	12 28
	Humboldt	1806	61 57				
Rimini	id.	1806	63 48		44 4	30 13	12 33
Rio Janeiro	De la Caille	4 Feb. 1751	20 0 s		22 54 s	334 55	317 15
Spoleto	Humboldt	1806	62 51		42 15	30 25	12 45
Surrobaya, Java . .	Dentrecasteaux	Oct. 1793	25 40 s		7 14 s	130 19	112 39
Socotra	Panton	12 Nov. 1776	4 37		13 16	70 35	52 55
Suez	id.	4-9 Jan. 1777	44 33		29 58	49 55	32 15
Scheulpar	id.	2 Nov. 1776	2 30		9 59	90 10	72 30
Svinöers Hafen, Norw.	Ekeberg	13-15 Feb. 1770	74 7½		57 58		
Sunda Straße	id.	Aug. 1770	27 30 s		6 36 s		
Tübingen	Humboldt	1805	68 4		48 31	26 43	9 3
Turin	id.	1805	66 3		45 4	25 20	7 40
Tompenda	id.	1799	3 11		5 31½	299 3	281 23
S. Thomas de la Guayana	id.	1799	35 6		8 8	313 45	296 5
Tobolsk (10).	Schubert	1805	78 0?		58 12	86 5	68 25
Torneå	Celsius	2 Jan. 1737	78 5		65 51	41 52	24 12
Tolaga Bay, N. Zeel.	Cook	15 Nov. 1773	62 26		38 21 s	196 14	178 34
Tanna Insel (11) . .	id.	8-18 Aug. 1774	45 2 s	?	19 32 s	187 29	169 49
Trinquemale, Ceylon	Panton	14 Oct. 1776	4 37 s		8 32	99 10	81 30
Talcaguana Bay (12)	La Perouse	25 Feb. 1786	50 45		36 43 s	304 30	286 50
Tongataboo	Cook	Juli 1777	39 1 s		21 8 s	202 35	184 55
Ulietea Ohamaneno Hafen	id.	Dec. 1777	29 5 s		16 45 s	226 5	208 25
Unalashka Samganoodha Haf.	id.	Oct. 1778	69 23½		53 5	211 10	193 30
Umba	Pictet	Mai 1769	73 10		66 44½	51 53	34 13
Vampo Hafen	Ekeberg	15-20 Oct. 1770	26 7½				
Valparaiso	Vancouver	25 März 1795	44 15 s		33 1 s	306 9	288 29
Vesuv S. Salvador . . .	Humboldt	1805	62 15				
Krater	id.	1805	62 0				
Wellendingen	id.	1805	67 57		48 9	26 22	8 42
Wittenberg	Langguth	5 Jan. 1803	70 37½		51 51	30 22	12 42
Zürich	Humboldt	1805	67 22		47 22	26 12	8 32



III. TAFEL.

Abweichung und Neigung der Magnetnadel

beobachtet auf verschiedenen Seereisen vom Anfange des siebzehnten Jahrhunderts an bis auf unsere Zeit.

I. Beobachtungen von *Edward Wright* auf einer Seereise von England nach den Azorischen Inseln im Jahre 1589, aus dessen Buche: *Certain errors in navigation detected and corrected.*

1589		Abweich.	Breite	Beobachtungsort, nebst andern Bemerkungen.
Juli	9	7°30′ ö	39°50′n	20 leagues W. Spanien.
	12	6 45	39 0	30-40 leagues W. Spanien.
	23	5 38	38 0	Mitten zwischen Lissabon und St. Michaels Insel.
Aug.	8	3 18	38 20	Zwischen St. Michael und Tercera.
	9	4 7	38 20	3 leagues von Tercera S. S. W.
	14	4 0w	39 50	Santa Cruz auf Flores.
Sept.	13	1 28 ö	38 54	In der Stadt Fayal. Diese Beobachtungen, wie auch die obige in S. Cruz, wurden mit dem Abweichungs-Instrumente des Mr. Will. Borrowes (beschrieben in dessen Buche: Of the Variation of the Compasse), und mit einem Quadranten von beynahe 3 Fuſs Halbmesser angestellt.
	22	4 40	— —	
	23	3 6	— —	
Oct.	18	2 5	38 20	4 leagues von Tercera S. O.
	23	0 55	37 0	St. Maries W. g. S. 6 leagues.
	24	3 20w	37 0	St. Maries S. 5 leagues.
	26	5 34 ö	37 30	St. Maries N. W. g. W. 16 leagues.
	28	7 5	38 40	S. Georges S. O. g. O. 3 leagues.
Nov.	1	8 10	38 40	Die östliche Küste von S. Michael N. O. g. N. 15 oder 20 leagues.
	2	3 33	38 40	
	6	6 30	38 35	The Rock W. 66 leagues.
	12	7 4	44 25	Cap Finisterre N. O.

II. Beobachtungen von *Heinrich Middleton* auf einer Reise nach dem rothen Meere und Surate im Jahre 1610.

1610	Abweich	Breite	Beobachtungsort
Sept. 13	12°40 w	11°10′ s	Quirimba Inseln
Oct. 2	12 24	3 30	Ostküste von Africa
4	13 0	0 14	
6	14 2	2 30 n	
7	15 0	3 5	
8	16 4	4 21	
9	16 4	5 23	
10	17 10	5 21	
14	19 40	7 15	
15	19 5	8 55	
17	18 55		Duas Hermanas I.
21	19 13	12 30	Rhede von Tamarin auf Socotra.
1611			
Febr. 9	16 30 w	20 57 n	Rhede v. Sually
16	16 30	17 42	Rhede v. Dabul
März 25	16 0		Spitze von Dellashaw auf Socotra
	13 40	12 47	Aden

III. Capt. *Niklas Dauntons* Reise auf dem Schiffe *das Pfefferkorn* im Jahre 1610.

1610	Abweich	Breite	Beobachtungsort
Sept. 1	17°35 w	12°17′n	Cap Guardafui
	12 40	12 35	Aden
	16 40	20 55	Rhede v. Sually
	15 34	17 34	Rhede v. Dabul

IV. Capt. *Anton Hippons* Reise nach Coromandel, Bantam und Siam im Jahre 1611 auf dem Schiffe *Globus*, beschrieben von dem Unterschiffer Nathan. Marten.

1611	Abweich	Breite	Beobachtungsort
Aug. 4	13° 7 w	9°15′n	6 Meil. v. Ceylon
21	12 47	15 36	Petapolli
Dec. 28	12 22	15 49	

Von hier aus segelte Hippon südöstlich gegen die Sundastrafse, wobey die Abweichung regelmäfsig abnahm; weil aber die Länge des Beobachtungsortes nicht angegeben ist, sind die Beobachtungen unbrauchbar.

V. Capt. *John Saris* Reise nach dem rothen Meere, den Molukken und Japan im Jahre 1611.

1611	Abweich	Breite	Beobachtungsort
Sept. 3	15°11 w	° ′	Augustins Bay Madagaskar
15	12 8	16 46 s	Juan de Nueva Ins.
16	13 3	16 9	
17	12 1		Angoxa südl. von Mosambique
21	13 0	16 20	Angoxa Inseln
22	12 44	17 5	
23	13 16	16 24	Die nordöstlichste von den Angoxen N. W. 5 Meilen
Oct. 3	11 50	16 32	Küste von Africa
Nov. 4	12 31	2 10	Melinda bey der Bucht Formosa
29	17 34	4 44 n	12 Meilen von der Sandbank Baxos de Malhina
Dec. 1	16 15	3 40	
10	20 25	4 12	
18	17 28	6 27	Doara nördl. von Magadoxo
1612			
Feb. 15	17 23 w	11 27	Abdal Curia u. die beiden Hermanen N. O. 12 Meilen
16	17 22	12 19	
17	17 22	12 47	Westl. Spitze von Socotra
	18 42	12 35	Tamarin auf Socot.
März 4	17 34	12 1	Cap Guardafui
11	15 2		Darsina, Arabien
1613			
Feb. 22	4 12 ö	0 51	Bakian Ins.
März 5	4 48		Stadt Bakan
15	4 58	0 17	Zwischen Batta Kina und Kaya
Apr. 1	3 28	0 26	Rhede v. Pelebere
May 12	5 20	2 35	Doy, der nordöstlichsten von den Molukken.
	2 50	33 30	Am Lande auf der Insel Firando. bey Japan
Juni 6	4 41		Bey den kl. Ins. südlich von Likeo

1613	Abweich	Breite	Beobachtungsort
Dec. 13	1 30 ö′	° ′	Bey den kleinen Inseln längs dem festen Lande von China
	0 50 w	18 19 n	Hainan

VI. Capt. *Castletons* Reise nach Priaman auf Sumatra im Jahre 1612, geschrieben von dem Steuermanne *Johan Tatton*.

1613	Abweich	Breite	Beobachtungsort
Aug. 24	4°50 w	0°38 s′	Priaman
Nov. 12	13 24	5 32 n	Punta de Galle auf Ceylon
Dec. 4	12 46	6 40	Coromandel Küste
1614			
März 20	24 26	13 17 s	Gröſste Abweich.
24	23 10	16 50	
Apr. 2	22 48	20 58	Bourbon Ins. S. O. g. O. 5. Meilen

VII. Reise nach Ostindien von Capt. *Edmund Marlowe* aus Bristol. Das Journal ist von dem Steuermanne John Davis geführt.

1612	Abweich	Breite	Länge
			von Cap Lezard
Apr. 11	5°37 ö′	0° 0′	6°20 w
27	14 7	19 40 s	11 20
28	14 30	20 30	11 30
			v. guter Hoffn. Vorg.
Juni 27	15 10 w	24 8	25 0 ö } bey Madagascar.
28	15 0		
Juli 19	15 0	23 55	22 22 12 leagues östl. v. Madag.
26	4 10	0 50	Priaman

VIII. *Abel Jansen Tasmans* Reise von Batavia nach Van Diemens Land und Neu-Zeeland, angefangen den 14 Aug. 1642. — Die Lange ist von einem Meridiane gerechnet, der ungefähr 21¼ Grad W. London liegt. Den 5 Sept. segelte er von der Insel Moritz, ging gen Süd bis 40° Breite, und fand die Abweichung 23° 24° 25°.

1642	Abweich	Breite	Länge
Oct. 22	25° 0 w	40°30′ s	78°44′
29	26 45	45 40	89 44
Nov. 6	26 0	49 4	114 56
15	18 30	44 3	140 32
22	0 0	41 20	163 30
Dec. 2	3 0 ö	43 10	167 0 Fridr. Henr. Bay v. Diemens Land
9	5 0	42 37	176 29
13	7 30	42 10	188 28 N. Zeeland
18	9 0	40 50	191 41 Morderbay
1643			
Jan. 4	8 40	34 35	190 9 Heil. 3 König. Insel
8	9 0	30 25	192 20
12	9 30	30 5	192 27
16	8 0	26 29	199 32
19	7 30	22 35	204 15 Pilstart Ins.
21	7 15	21 20	205 29 Amsterd. I.
25	9 30	4 35	175 10
Apr. 1	8 45	4 30	171 2 Sta. Maria N. Guinea
12	10 0	3 45	167 0
14	9 15	5 27	166 57
May 12	6 30	0 54	153 17
18	5 30	0 26	147 55 Westl. Ende v. N. Guinea

IX. Etliche Abweichungsbeobachtungen aus *Halleys* Table of variations of the magn. needle (Philos. Trans. no. 148 Y. 1683), welche nicht in den vorigen Tafeln eingetragen sind.

Jahr	Abweich	Breite	Länge London	
1675	0° 0′	34°30′ s	10° 0′ ö	} Cap d' Agulhas
1622	2 0 w	34 50	16 30	
1675	8 0			
1675	16 0	4 0	40 0	Mombasa
1675	19 30	12 15	44 0	Johanna
1674	15 0	13 0 n	47 30	Aden
1676	24 0	27 0 s	55 0	
1674	17 0	12 30 n	56 0	Socotra

Jahr	Abweich	Breite	Länge London	
1677	27° 30 w	59° 0′ s	58° 0′ ö	
1676	20 30	20 0	61 0	Diego Roiz
1676	15 30	0 0	64 30	
1677	25 30	38 0 s	72 0	S. Paul Insel
1676	12 0	19 0 n	72 30	Bombay
1680	8 48	8 15 n	76 0	Cap Comorin
1680	8 10	13 15 n	80 0	Madras
1680	8 20	21 30 n	87 0	Balasore
1677	0 40 ö	16 0 s	6 30 w	S. Helena Ins.
1678	1 0	7 50	14 30	Ascension Ins.
1675	10 30	34 0	20 0	
1682	5 30 w	45 50 n	31 30	
1675	10 30 ö	24 0 s	32 0	
1670	5 30	8 0	35 30	S. Augustin Vorgeb.
1670	12 10	22 40	41 10	Cap Frio
1678	0 40	21 0 n	42 0	
1682	7 30 w	38 40	50 0	
1670	20 30 ö	39 30 s	55 0	Plata Fluſs
1670	14 10	53 0	57 0	
1668	29 30 w	61 0 n	57 0	Hudsons Straſse
1670	17 0 ö	52 30 s	68 0	Östl. Einfahrt der Magelansstraſse
1670	8 10	40 0	75 0	Baldivia
1670	14 10	55 0	75 0	Westl. Einfahrt der Magellansstraſse
1668	19 15 w	51 0 n	79 40	Albany Fort
1616	57 0	78 0	80 0	Thom Smiths Sund

X. Abweichungsbeobachtungen, ausgezogen aus: Epistola *Melch. Leydekeri* Th. & Med. Doct. ad *Andr. Cleyerum*: de Variatione Magnetis a suo quondam solito Puncto. Miscell. Acad. Nat. Curios. Dec. 2. A. 2. 1683. Append. pag. 445.

1675		Abweich	Breite	Länge Teneriffa	
Apr.	12	1° 36′ ö	0° 20′ n	358° 0′	
	22	2 3	4 25 s		
	24	4 0	7 25		
	25	4 15	8 40		
	26	4 30	9 52	356 52	
	27	4 48	11 26		
Apr.	28	4° 15′ ö	13° 0′ s	356 34′	
	29	5 52	14 13	356 21	
	30	6 30	15 14		
Mai	2	6 37	17 8	356 2	
	8	11 55	25 36	352 6	
	15	11 15	34 26	2 50	
	17	7 30	34 14	7 23	
	21	4 2	35 30	15 2	
	25	3 28	36 8	18 47	
	26	0 48 w	35 15	25 58	
	27	2 8	34 42	27 33	
	29	5 23	34 9	32 53	
	30	7 30	33 46	36 40 *)	
Juni	20		36 35	39 20	
	22	11 30	38 25	41 14	
	25	16 0		50 20	
	28	20 40	37 28	57 50	
	29	21 45	37 49	60 0	
	30	25 0	38 3	62 4	
Juli	5	26 30	37 33	77 25	
	6	26 45	37 45	80 18	
	7	25 44		82 0	
	9	25 30	38 14	87 26	
	12	22 44	38 3	96 20	
	13	21 30	37 1	98 0	
	15	18 40	35 54	105 0	
	19	10 5	28 46	111 57	
	21	7 54	26 50		
	22	7 30	25 22	116 17	
	23	7 0	23 30		
	25	6 40	20 26	118 43	
	29	4 15	14 10	122 6	
	30	3 45	12 0	122 12	
	31	2 0	11 23	122 30	
Aug.	1	2 10	9 0	123 2	
	2				bey Java

*) Den 30sten um 6 Uhr landeten sie bey dem Vorgebirge der guten Hoffnung und fanden die Abweichung 8° 28′ westl. Die Länge des Caps rechneten sie zu 38°, und die folgenden Längen sind dabey verbessert.

XI. Capt. *Woods Rogers* Reise von Cap St. Lucar in Californien nach der Insel Guam, einer der Ladronen, im Jahre 1709.

1709		Abweich	Breite	Länge London	
Jan.	12	3° 0′ ö	22°16′n	114° 9w	
	13	2 50	21 18	114 42	
	14	2 50	20 24	115 15	
	15	2 50	19 25	115 45	
	16	2 45	18 56	116 24	
	17	2 45	18 0	117 6	
	18	2 15	17 11	117 30	
	19	2 0	16 32	118 5	
	20	1 50	15 44	118 54	
	21	1 30	15 0	120 15	
	22	1 10	14 49	122 5	
	23	0 50	14 36	124 25	
	24	0 40	14 24	126 45	
	25	0 45	14 14	129 5	
	26	0 50	13 50	131 23	
	27	1 0	13 29	132 58	
	28	1 10	13 29	134 41	
	29	1 15	13 22	136 48	
	30	1 25	13 27	139 21	
	31	1 30	13 32	142 7	
Feb.	1	1 40	13 32	144 37	
	2	1 50	13 36	147 32	
	3	2 0	13 26	150 18	
	4	2 10	13 26	153 2	
	5	2 25	13 26	155 19	
	6	2 30	13 26	157 43	
	7	2 50	13 25	160 31	
	8	3 0	13 41	163 0	
	9	3 20	13 41	165 18	
	10	3 30	13 44	167 26	
	11	3 45	13 36	169 57	
	12	4 0	13 33	172 27	
	13	4 30	13 36	175 0	
	14	5 20	13 32	177 21	
	15	6 30	13 40	179 28	
	16	7 0	13 47	181 24	
	17	7 30	13 54	183 22	
	18	9 0	13 52	185 37	
	19	10 15	13 40	187 42	
	20	11 0	13 28	189 49	
	21	11 30	13 21	191 30	
	22	12 0	13 12	193 25	
	23	11 50	13 7	194 37	
	24	11 0	13 10	195 51	
Feb.	25	10° 0′ ö	13° 3′n	197°51w	
	26	9 50	13 0	199 3	
	27	9 30	12 57	200 16	
	28	9 0	12 54	202 20	
März	1	8 40	12 58	204 12	
	2	8 20	13 4	206 6	
	3	8 0	13 5	207 33	
	4	7 50	13 5	209 4	
	5	7 30	13 2	211 54	
	6	7 10	13 7	212 42	
	7	7 0	13 7	214 7	
	8	6 50	13 3	215 28	
	9	6 30	13 8	217 11	
	10	5 40	13 16	218 27	Guam I.

XII. Abweichungsbeobachtungen im Aethiopischen Meere im Jahre 1721 von Capitain *Cornwall*.

1721		Abweich	Breite	Länge St. Yago
Aug.	24	2°13′ ö	9° 8s	9°23w
	26	4 30	11 12	10 46
	27	4 29	11 34	11 28
	28	4 27	12 31	11 31
	31	6 10	15 46	10 53
Sept.	2	7 16	16 26	8 25
	5	6 17	18 45	9 31
	6	8 6	19 47	9 10
	17	5 53	28 43	1 7
	22	4 10	31 33	3 41 ö
	27	0 11 w	33 30	11 29
	30	3 0	32 40	19 6
Oct.	1	5 41	32 53	21 18
	3	7 47	32 30	25 33
	5	8 44	32 28	30 37
	6	10 57	31 22	31 40
	7	11 20	31 11	32 4
	13	14 30	26 17	35 35
	19	12 20	19 41	längs
	21	14 29	17 4	der
	25	14 28	13 56	Küste
Nov.	4	13 11	10 57	von
	7	15 14	8 19	Africa
	29	14 33	5 0	Cabenda Bay
				Cabenda
Dec.	9	11 32	3 25	11 38w
	20	1 5	0 30	30 41

1733	Abweich	Breite	Länge Cabenda
[illegible]	° ′	° ′	° ′
Jan. 1	1 1 ö	10 50 n	39 8w
6	1 41	17 15	43 21

XIII. Beobachtungen auf einer Reise nach, in und aus Ostindien von *Thom. Mathews* Esq. auf dem Schiffe *the Lyon.*

1721	Abweich	Breite	Länge London
März 21	6° 28 w	29° 20′ n	18° 55 w
24	4 30	24 36	19 8
25	3 36	23 0	19 36
26	3 19	21 0	20 30
28	2 25	16 40	22 38
Apr. 8	2 30	14 15	23 26
9	2 29	11 40	22 13
10	2 21	9 44	21 32
11	2 4	8 17	21 33
12	2 14	6 28	20 42
13	2 11	5 40	20 37
14	1 50	4 16	20 26
15	1 20	3 30	20 30
17	0 30	2 10	21 8
	0 0	1 22	21 15
18	0 40 ö	0 7	21 29
20	0 22	1 20 s	21 25
21	0 38 w	1 46	21 5
22	1 13	1 48	21 0
May 2	2 11 ö	14 10	25 14
3	3 0	16 0	26 42
4	3 42	16 50	27 16
	5 26	18 0	28 2
5	4 20	19 0	28 22
	5 15	20 0	28 58
6	4 20	21 10	28 22
	5 18	22 38	27 56
7	3 56	23 10	27 20
	4 25	24 30	26 27
9	3 0	26 35	23 31
10	2 50	26 56	22 15
11	1 56	27 7	21 26
12	1 33	27 36	20 17
13	1 8	29 10	17 0
	1 0 w	29 40	14 12
15	1 31	30 10	11 27
17	3 48	32 40	6 20

1721	Abweich	Breite	Länge London
May 17	5° 23 w	33° 12′ s	4 12 w
19	7 50	34 2	2 30 ö
21	9 52	34 20	7 10
24	13 24	33 32	14 40
	13 22	33 58	15 20
25	14 12	34 9	17 4
Juni	16 25	Tafel Bay	
14	14 25	Guter Hoffnung Vorgebirge	
18	19 0	35 20	28 53
	20 10	35 16	30 10
19	20 45	35 14	31 12
20	21 13	34 0	34 10
22	22 35	32 2	35 38
24	22 45	30 51	36 10
25	20 40	30 39	36 17
26	23 3	30 30	35 47
	22 51	29 53	36 26
27	22 32	29 40	36 2
28	22 24	27 33	37 12
29	23 43	26 38	37 34
Juli 3	23 51	24 14	45 30
4	24 17	Sct. Augustins Bay Madagascar	
	23 18		
15	23 27	21 40	45 36
	22 35	21 10	45 40
16	23 51	20 47	45 57
17	24 25	20 22	46 23
19	21 44	20 20	
20	22 13	19 48	46 8
21	22 22	18 17	45 18
	21 20	16 25	45 6
24	21 33	15 0	45 26
25	21 16	13 35	46 29
29	20 33	Johanna Bay	
Aug. 2	19 12	Comoro Insel	
3	19 44	nahe bey derselben	
4	19 2	10 18	44 57
5	18 27	9 34	44 58
6	18 23	8 28	45 10
7	18 33	7 36	45 24
	17 20	6 28	45 36
9	16 17	2 2	47 55
12	13 48	3 5 n	51 17
13	13 19	5 25	51 41
14	11 39	8 45	51 11
	11 14	9 10	51 30
15	11 0	10 6	51 54
16	11 11	Cap Guardafui	
18	11 49	12 36	53 10

1721	Abweich	Breite	Länge London
Aug. 19	11° 0 w	13°10'n	55°37'ö
20	9 42	14 48	58 45
21	8 28	16 14	61 37
23	7 7	18 20	65 35
24	5 35	19 16	68 10
27	5 12	Bombay	
Sept. 12	5 16		
	5 13		
Oct. 5	5 27	Hafen bey Chaul	
18	5 19	Calaba Insel	
1722			
Feb. 1	4 58	Rogipore Insel	
4	5 49	Alguarda bey Goa	
5	5 25	Cap Ramas	
7	5 40	Carvar Bay	
9	5 24	Mangulore	
10	5 35	Mangulore Rhede	
13	4 21	Tellichery Rhede	
18	4 5	Calicut Rhede	
19	3 34	Cochin Fort	
22	4 26	6 38 n	77 56
23	4 0	5 24	78 24
24	3 24	4 48	78 41
25	3 9	3 55	78 38
26	3 36	3 24	78 34
27	3 3	daselbst	
	3 8		
28	2 53	3 16	78 4
	3 7	3 13	78 10
März 1	2 35	3 5	78 24
	2 48	2 48	78 34
2	2 16	2 28	78 40
	3 0	2 0	78 47
3	2 20	1 28	78 53
	3 4	0 50	79 0
4	2 14	0 28	79 9
	2 8	0 14 s	79 14
5	1 36	0 54	79 20
	2 10	1 10	79 24
6	2 2	1 20	79 30
	2 16	1 30	79 40
7	1 48	1 52	79 8
8	2 28	2 45	79 36
	2 46	2 58	79 36
9	3 6	4 12	79 48
10	2 41	4 46	79 57
	3 9	5 10	80 5

1722	Abweich	Breite	Länge London
März 11	3°24 w	5°36's	80°22'ö
12	3 14	5 27	80 30
13	2 54	5 27	80 22
	3 0	5 55	80 10
14	3 15	6 26	80 2
	3 28	7 2	79 45
16	3 42	9 8	79 7
17	5 20	11 36	78 30
18	4 56	12 16	78 20
	5 12	13 0	77 56
19	5 8	13 50	77 20
	6 15	15 0	76 24
20	6 22	15 50	75 32
	7 12	16 50	74 30
21	7 26	17 40	73 22
23	14 27	20 20	68 3
25	16 27	23 35	63 24
26	17 44	20 41	61 6
27	17 34	20 42	60 57
	18 47	20 35	59 34
Apr.	18 46	P. Butts Bay Mauritius	
5	18 22	Die gröſste der beyden Inseln bey Mauritius	
	18 56		
6	19 7	daselbst	
7	19 45		
8	19 49	Don Masgaren	
10	19 44	St. Pauls Bay auf Don Masgaren	
13	19 49	19°12's	52°11'ö
18	19 53	Insel St. Marie bey Madagascar	
19	19 52		
22	19 25		
May 2	18 30	13 34	52 35
3	19 1	Cap S. Sebastian auf Madagascar	
4	18 36		
5	19 48	13 0	Insel Nossee Gombi
	20 12	13 8	
6	19 45		
7	19 5	13 34	
8	19 20	13 56	Maringambo Hafen
9	20 16	14 51	Soundjee Point
10	20 24	15 21	Marumgani Hafen
11	21 18	Managuara	
14	21 14	Maſsalagem Nova	
15	21 37	Jamgomy Insel	
16	20 51	Nahe bey Managuara Hafen	
18-21	21 22	Geankert in der Bay von Managuara	
Juni 7	21 43	Mackamoy Insel	

1722	Abweich	Breite	Länge London	
Juni 7	21°14 w	14°37's	46°40'ö	
8	21 12	Valentins Pik auf der Insel Mayota		
	20 24			
12	20 39	Geankert in Johanne Bay; mit verschied. Compafsen		
	20 33			
18	19 18	9°54's	45°34'ö	
	18 54	8 47	45 23	
19	18 11	7 48	45 14	
20	16 48	5 24	45 0	
21	16 5	2 26	45 56	
22	15 34	0 35	48 21	
23	15 4	0 18 n	51 4	
24	13 59	2 10	54 10	
25	12 43	3 16	57 2	
27	10 38	5 36	62 4	
29	9 11	8 34	66 45	
30	7 6	7 59	69 50	
Juli 1	7 8	7 53	71 44	
2	7 6	7 46	72 16	
	6 45	7 42	72 35	
4	5 54	7 15	74 6	
	5 32	7 13	74 40	
5	4 56	7 10	75 22	
	5 0	7 0	76 10	
6	4 7	Das nordöstlichste Ende der Maldiven		
	4 25			
7	4 43	7 5	0 49	O. der Maldiven
9	2 52	5 38	4 12	
10	2 13	5 49	7 43	
11	2 12	Fryers Hood auf der S. O. Seite von Ceylon		
12	2 15	8 30		
	2 36	10 2	10 48	von Fryers Hood
	2 52	Fort St. George od. Madras		
29	1 42	16 20	3 38	von St. George
	1 32	17 0	4 16	
30	1 38	18 3	4 41	
Aug. Sep. Oct	3 4	Mündung des Flufses Rogues		
28	3 33	Cap Palmiras nahe Palasore		
29	3 0	18 56'n	0° 9w	vom Cap Palmiras
31	3 17	14 50	2 5	
Nov. 1	2 14	12 53	2 54	
	2 2	12 0	3 17	
2	2 48	11 12	3 35	
4	2 21	Fryers Hood Ceylon		
5	2 36	5 44	0 23	von Fryers Hood

1723	Abweich	Breite	Länge London	
Nov. 11	4°11 w	9°14'n	nahe bey Porkat auf der Malabarküste	
12	4 13	Cochin Rhede		
13	3 34			
14	3 14	Zwischen Pansari Factorei und Calicut		
15	4 9	Calicut Rhede		
16	3 44	Sacrifice Rock		
19	4 4	Tellichery Fort		
21	5 20	Nahe bey der Insel Pidgeon		
22	4 43	Pidgeon		
23	5 4	Carvar Bucht		
25	4 37			
26,27,28	4 57	Goa Rhede		
30	4 56	16 16 n	Nahe bey Vingorla Rocks	
Dec. 1	4 47	16 24	Mündung von Careptam Hafen	
2	4 50	16 50	C. Dobs	
4	4 43	17 45	Der Felsen Sevendruke bey Angra, nahe dem Setra Flufse	
5	4 50	17 55		
6	5 16	Insel Canary bey Bombay		
9	5 28	Das Land genannt Neats Tongue		
10	5 36	19 37	Zwischen Bombay und St. Johns	
11	5 27	St. Johns		
12-20	5 50	Surate Rhede		
22	5 23	Demaen		
23	5 26	Neats Tongue		
29-31	5 7	Bombay		
1723				
Feb. 5-9	5 59	Surate Rhede		
14	5 30	Nahe Dundee Rogipore		
15	5 5	16 14	Careptam Hafen	
17-19	5 13	Goa Rhede		
24	5 8	Carvar Bucht		
25	5 5	daselbst		
27-28 März 1	5 5	Mangulore Rhede		
3-4	4 9	Tellichery Rhede		
7	4 22	11 18	75 30 ö	London
8	4 51	10 35	74 32	
9	5 11	9 54	72 55	
10	5 24	9 43	72 25	

1723	Abweich	Breite	Länge London	
März 11	5°46w	10° 6n	72°21 ö	
13	6 3	9 54	71 32	
14	5 43	9 46	71 17	
15	5 44	10 0	71 17	
16	5 38	9 38	70 55	
19	7 14	9 12	68 5	
	7 0	9 25	67 29	
20	7 11	9 25	67 10	
	7 58	9 40	66 40	
21	8 30	9 45	66 9	
	8 22	9 54	65 28	
22	8 42	10 0	64 55	
23	9 16	10 37	63 53	
	8 33	11 12	63 27	
24	9 28	11 20	63 0	
	9 24	11 36	62 30	
25	9 54	11 40	62 3	
	9 45	12 0	61 20	
26	10 12	12 10	60 53	
	9 48	12 20	60 11	
27	9 41	12 20	59 21	
28	9 48	12 21	59 30	
29	9 16	12 30	59 30	
	9 18	12 22	59 20	
30	9 29	12 28	59 17	
	10 8	12 23	59 13	
31	9 48	12 32	59 12	
Apr. 1	10 6	12 45	58 19	
2	10 40	12 50	57 40	
	10 39	12 50	56 57	
3	10 45	12 48	56 0	
	11 26	12 44	54 45	
4	11 16	12 36	Östl. Ende von Socotra.	
	11 33			
5	11 36			
8	11 38	Geankert b. Tamarin aufSoc.		
10	12 4	Westl. Ende von Socotra.		
11	11 54			
	12 0			
12	12 43	Östliches Ende von der Insel Abdelcura.		
13	12 18	Mount Felix.		
14	12 16	11 36	1 0w	von Mount Felix
15	12 58	11 25	2 15	
	12 32	11 46	3 6	
16	13 4	12 36	4 38	
17	12 37	12 50	4 48	
18	13 50		Cap Aden.	
	13 40	12 36	0 56	vC.Aden

1723	Abweich	Breite	Länge London	
Apr. 19	14°20w	Strafse Babelmandeb.		
20-27	13 34	Mocha Rhede		
Mai 14	14 1	Zee Hill, Str. Babelmandeb		
15	14 8	Mitten in der Str. Babelm.		
16	13 54	Cap Aden		
20	13 42	Cap Aden.		
21	13 25	12°32'n	0°30ö	v.C.Aden
22	13 10	12 16	1 0	
23	13 6	11 56	2 4	
24	13 23	11 58	2 30	
25	12 39	11 4	3 12	
27	13 3	5 oder 6 leagues von der Aethiopischen Küste.		
28	12 0	3—4 leagues v. M. Felix.		
29	12 34	Cap Guardafui.		
31	12 20	Stadt Socotra.		
Juni 4	8 26	9 50n	66 50ö	Lond.
5	7 34	8 40	69 14	
11	2 2	5 53	7 4ö	v.d.nördl der Maled. Ins.
29	2 25	Fort St. Davids.		
Juli 15, 17	3 16	Fort St. George od. Madras.		
Oct. 14	2 6	Dondra Head, Ceylon.		
	2 8	Bey Ceylon.		
15	2 46	Die Holländische Factorei aufPunta deGalle, Ceylon.		
16	2 45	Am Lande nahe bey P.deG.		
17	2 44	7 20	0 53	v.P.d.G.
	2 52	7 54	1 22	
18	2 51	Cap Cameroon.		
	2 48			
19	2 50			
20	3 9			
21	2 58			
Nov. 1	5 8	Mangulore auf der Küste Malabar.		
2	5 13	Bafsalore Hill.		
3	4 48	Südliches Ende von Carvar Bucht.		
4	5 48	Cap Ramas.		
6	5 3	Goa.		
9	5 20	Rogipore.		
10	5 28	Cap Dobbs.		
12	5 25	Canary, nahe Bombay.		
13	5 10	Bombay.		
Dec. 17, 18	5 22	Surate Rhede.		

1724	Abweich	Breite	Länge London	
Jan.	5°41w	Goa.		
5	5 32	Carvar Bucht.		
Jan. 6	5 33	Insel Pidgeon.		
10-12	4 32	Tellickery Rhede.		
16	3 41	Cochin Rhede.		
18-19	3 26			
21	4 16			
22	4 38	9 20 n	Mitten zwischen Cochin und Anjanga.	
24	4 17	Anjanga Rhede.		
27	3 53	3 24	78 12 ö	Lond.
	3 10	2 15	78 30	
29	2 54	2 38 s	79 55	
30	3 17	5 0	80 26	
Feb. 1	3 55	7 57	81 28	
	3 22	8 46	81 52	
2	4 13	9 30	82 6	
3	4 33	10 52	82 14	
	4 12	11 14	82 40	
4	5 5	11 34	82 53	
5	4 51	11 42	83 3	
6	4 51	11 35	83 21	
7	4 40	12 4	82 57	
8	4 55	13 52	81 30	
9	5 39	15 18	80 5	
	6 22	16 2	79 26	
11	8 28	18 20	76 10	
	9 38	19 2	74 42	
12	10 30	19 38	73 28	
	12 8	20 20	72 13	
13	13 2	20 40	71 4	
	13 59	21 10	69 49	
14	14 49	21 30	68 50	
	15 58	21 52	67 46	
15	16 19	22 8	67 0	
	16 52	22 34	66 10	
16	16 55	22 46	65 41	
	17 30	23 5	65 18	
17	17 35	23 12	65 4	
18	17 50	23 58	64 40	
	18 56	24 15	63 28	
19	20 0	24 33	62 15	
	21 13	25 5	61 18	
20	22 12	25 44	60 30	
	22 8	26 18	59 25	
21	22 22	26 44	58 47	
	23 15	27 22	57 50	
22	23 30	27 50	57 0	

1724	Abweich	Breite	Länge London
Feb. 23	24°13w	28°40 s	55°24 ö
24	25 5	29 23	52 47
	24 34	29 50	51 38
25	25 29	30 20	50 19
	25 55	30 50	48 41
26	25 25	31 12	47 28
	25 0	31 33	46 17
27	25 32	31 58	44 57
	25 12	33 22	43 43
28	25 2	32 40	42 51
	24 31	33 12	40 48
29	23 50	33 38	39 10
März 5	22 6	35 42	30 48
6	21 54	36 25	29 43
	22 4	36 12	29 17
8	20 54	35 58	27 8
	19 31	36 0	25 33
9	20 0	36 28	24 57
12	18 43	36 40	22 50
	18 56	36 10	21 38
13	18 16	35 57	20 47
14	17 3	36 8	18 24
	16 53	36 6	18 4
15	16 23	36 6	17 53
16	16 12	Cap Falso bey Cap Bona Esperanza	
21-29	16 27	Tafel Bay.	
26-29	16 18	Mit einer andern Boussole.	
31	16 15	Segelnd aus der Bay.	
Apr. 1	15 8	32 47	15 36
2	15 15	32 44	14 50
3	14 59	32 0	14 36
	14 51	31 26	14 27
4	14 33	31 20	14 34
5	14 27	29 31	13 55
6	14 30	29 0	13 34
7	13 0	27 15	11 22
9	11 40	23 8	6 29
	12 4	22 20	5 37
10	12 2	21 56	5 0
13	10 47	17 54	1 0
	10 10	16 55	0 8w
14	9 30	16 4	2 48
15	8 6	15 54	4 47
16	7 18	Mitte von St. Helena lag W. g. N. 6-7 leagues.	
17-26	7 42	In S. Helena Rhede.	
24	7 26	Mit einer andern Boußole.	
30	7 22	S. Helena Fort.	

1724		Abweich	Breite	Länge London
Mai	1	7°30w	14°36's	7°32w
	2	6 54	13 26	8 56
	4	5 44	10 36	11 6
	5	5 27	9 4	12 24
	6	5 1	7 18	13 55
	7	4 37	5 30	15 21
	8	4 46	3 46	16 17
	9	4 16	2 6	16 50
		3 48	1 14	17 8
	11	3 40	1 0 n	17 40
		3 39	2 9	17 49
	12	3 34	3 8	17 57
		2 56	4 6	18 5
	16	3 29	9 28	18 57
	17	3 55	9 46	18 53
	18	4 26	10 20	9 31
	19	3 18	11 18	20 40
	20	3 55	11 39	21 13
		3 38	11 30	21 46
	21	3 38	11 28	22 16
	23	2 26	12 0	23 59
	24	2 45	13 8	25 1
	25	2 15	14 30	26 29
	27	2 46	16 0	28 10
	28	2 8	17 23	29 17
	29	2 43	18 42	29 22
	30	3 26	19 58	31 14
	31	3 12	21 25	31 41
Juni	1	2 48	22 25	32 15
	2	3 29	25 5	32 8
	3	3 39	25 44	33 30
	4	4 22	26 31	34 23
	3	5 8	27 18	35 5
		4 37	27 43	35 29
	6	5 15	28 6	36 0
	7	5 30	28 56	36 22
	8	5 41	29 16	36 23
	9	5 42	30 24	36 40
	10	6 10	30 46	36 52
		5 58	31 14	37 15
	12	6 57	32 26	38 13
	13	7 15	32 58	39 3
	15	7 19	34 30	40 30
	16	7 47	35 46	41 14
	17	8 29	37 0	41 39
	18	8 55	38 40	42 4
	19	8 21	39 33	40 37
	20	8 52	40 42	38 37
	21	9 16	41 43	36 5

1724		Abweich	Breite	Länge London
Juni	22	9°37w	42°26'n	33°41w
	23	9 38	43 34	31 7
	24	10 38	44 16	28 26
	25	11 28	44 30	28 5
	29	11 14	45 26	27 22
	30	11 50	46 0	25 18
Juli	1	11 55	46 34	23 14
	2	11 51	46 54	21 54
	3	12 10	47 32	19 33

XIV. Beobachtungen von *Th. Mathews* auf einer Reise nach Guinea, Westindien und zurück nach England im Schiffe *the Kinsale.*

1725		Abweich	Breite	Länge London
Oct.	5	3°32w	Peakt Hill auf der Insel Majo.	
	7-8	4 5	Vor Anker in Port de Praja Bay, S. Yago.	
	11	4 36	14° 0'n	20° 0w
	12	5 4	13 33	18 36
	13	5 21	13 44	17 30
	14	5 11	13 53	Angesichts des Flusses Gambia.
	15	6 29	Cap S. Marys nahe dem Flusse Gambia.	
	21	6 19	Vor Anker in der Mündung des Gambia.	
	25	4 36	11 6	16 12
		4 59	10 42	15 54
	26	4 54	10 18	15 20
	29	4 18	9 52	14 54
		3 50	9 28	14 36
	30	4 13	9 12	14 16
Nov.	1	3 49	9 16	14 10
	8-9	5 12	In Sierra Leona River	
	14	4 47	7 56	12 42
	15	4 52	7 59	12 48
	19	5 49	7 6	11 50
	20	6 20	6 56	11 9
	21	5 48	6 42	10 49
	22	5 24	6 42	10 49
	24	7 0	Cap Mount.	
		7 5		
	25	6 58		

1725	Abweich	Breite	Länge London	
Nov. 27	7°15w	Nahe S. Johns River		
28	7 30	Nahe Great Bafsa		
29	7 28	Great Bafsa		
30	7 46	Westl. von Sestos Rhede		
Dec. 4	7 30	Auf Sestos Rhede		
5	7 15	Münd. des Sestos Flufses		
7	9 8	Setra Crue		
11	9 38	Etwa 5 Meilen westl. vom S. Andrews Flufse		
13	9 54	3 Meilen westl. von Cap de la Hou		
15	10 58	Flufs Casto		
18	11 0	Stadt Tabo		
20-24	11 37	Axim.		
1726				
Jan. 1	11 55	Cap Coast.		
	12 10			
5	11 25	Englisches Fort auf Accara		
7	12 0	Etwas westlich vom Flufse Volta.		
8	12 17	Die Flagge bey little Papa		
11	12 45	Vidah Rhede		
20	13 28	4°50′s	2°23′ö	London
21	13 14	3 42	2 35	
	13 30	3 25	2 32	
23	13 54	2 16	3 30	
	13 50	2 2	3 40	
24	14 7	1 48	3 58	
25	14 19	1 31	4 53	
	14 40	1 32	5 15	
26	14 36	1 27 n	4 56	
31	14 48	S. Thomas		
Feb. 8	14 44	Insel Anna de Chary nahe S. Thomas		
10	14 56	1 16 s	1 16 ö	von Anna bona
11	14 35	1 10	1 44	
15	14 50	0 56	0 56w	von Cap Lopez
16	14 30	1 4	1 17	
	15 1	1 9	1 43	
20	14 21	1 30	1 4w	von der Insel Anna bona
22	13 10	1 46	2 11	
	13 48	1 38	2 15	
23	13 28	1 35	2 19	
	13 37	1 36	2 41	
24	13 46	1 39	3 10	
	13 50	1 25	3 35	

1726	Abweich	Breite	Länge London	
Feb. 27	12°20w	0°50′s	7°24′ö	von Anna bona
	12 6	0 40	8 4	
28	12 21	0 20	8 18	
	12 25	0 0	8 35	
März 1	12 6	0 24 n	8 55	
	12 20	1 10	9 23	
2	12 6	1 34	9 42	
	11 44	1 50	9 57	
3	11 47	2 4	10 3	
5	11 30	4 16	11 21	
6	11 50	Axim		
7	11 40			
11	11 40	Dickys Cove		
14	11 27	Little Commendo		
15	11 46	Cap Coast		
21	11 34	Annamaboe		
23-24	11 53	Accara		
28	12 32	Etwa 5 Meilen westl. von little Papa		
29	12 43	Little Papa.		
Apr. 13,14,17	13 10	Vidah Rhede		
22	13 0	5 18 n	2 46 ö	v. Lond.
24	13 11	4 21	2 50	
30	14 35	S. Thomas		
	14 29			
Mai 19	13 44	0 4	3 48	
	13 44	0 10 s	2 48	
20	13 10	0 28	1 51	
	12 42	0 46	0 39	
21	12 34	1 2	0 13w	
	11 38	1 18	1 33	
22	11 12	1 33	2 41	
23	10 4	1 45	5 15	
24	8 35	2 9	7 46	
	8 34	2 22	9 32	
25	6 54	2 31	10 44	
	6 52	2 36	11 51	
26	6 23	2 40	12 40	
27	4 53	2 38	14 30	
	4 24	2 29	15 34	
28	3 31	2 30	16 24	
	2 21	2 50	17 36	
29	2 25	2 52	18 39	
30	0 41	2 53	22 33	
31	0 5ö	2 46	23 44	
	0 4	2 27	25 1	
Juni 1	0 17w	2 12	26 6	
	0 16	1 33	27 2	

1726	Abweich	Breite	Länge London	
Juni 2	0°16'ö	1° 0's	28° 4w	
	0 18	0 19	29 7	
3	0 22	0 25 n	29 40	
	0 19	1 7	30 39	
4	0 36	1 38	31 18	
	0 26	2 20	31 55	
6	0 26	4 20	34 6	
7	0 34	4 42	34 13	
	0 37	5 0	34 16	
8	0 30	5 20	34 22	
9	0 14	6 47	35 33	
	0 10	7 4	37 0	
11	0 36	8 42	41 10	
13	0 50	10 4	44 52	
	1 32	10 48	46 25	
14	1 36	11 18	47 43	
	1 26	11 48	49 2	
15	2 22	12 26	51 6	
16	2 16	12 44	52 22	
	2 37	12 56	54 6	
17	3 0	13 5	55 28	
	3 36	13 12	57 3	
26-28	4 24	Carlisle Bay, Barbados		
29	3 26	Lamberts Point, Barbados		
Juli 1	3 22	Westseite von Guadeloupe		
2	4 10	Basse-terre auf S. Christoph		
6	5 22	17 58	9 2w	von Palmeta auf S. Christoph
7	5 12	17 40	0 46w	von der Insel
9	5 3	18 0	0 46w	Alta Vela
	5 12	Ostl. Ende von Jamaika		
12	6 2	17 6	0 12 ö	von Port
13	6 30	14 28	0 38w	Point
14	7 0	13 32	0 58	Jamaika
	7 8	12 27	1 25	
15	7 16	11 32	1 52	
	7 30	10 46	2 18	
16	7 22	9 51	2 39	
22	7 48	Insel Great Bastimentos		
Aug. 7	7 24	Cap Cathivas		
9	7 30	9 40	1 27 ö	v.C.Cath.
11	6 50	Land genannt Mother la Pope nahe Carthágena		
12	6 20	Point Jamba		
13	6 14	12 52	0 42w	v.P.Jamb
14	6 4	14 0	0 50	
15	5 42	15 18	1 3	
16	5 28	17 6	1 30	

1726	Abweich	Breite	Länge London	
Sept. 12	4°31'ö	Port Royal auf Jamaika		
Oct. 12	4 49	18 40'n	1 53w	von Point Negril auf Jamaika
13	4 41	41 19	0 57w	vom N.W Ende v. Grand Commaris
14	4 4	20 44	2 7	
17	4 7	22 53	0 16w	vom Cap S. Antonio am Westende von Cuba
18	4 25	22 31	0 55 ö	
19	4 0	Table Land		
23	4 24	Hügel Pan de Mathaneas auf Cuba		
24	4 23	23 30	0 38	von Pan de Mathaneas
25	3 26	Bey Cap Florida		
26	3 5	25 12	81 20w	London
28	2 11	27 50	81 30	
30	0 56	29 35	80 40	
Nov. 3	2 14w	33 25	71 52	
6	5 12	35 4	64 6	
8	5 8	35 15	61 56	
9	4 55	35 0	61 55	
10	5 6	33 14	61 14	
14	0 41	26 14	58 9	
	0 36	25 48	58 6	
15	1 3	25 41	58 0	
	0 54	25 20	57 14	
16	0 4	24 48	56 38	
17	0 20	23 0	56 35	
18	0 32 ö	21 7	56 32	
	1 46	19 45	56 21	
19	1 46	18 56	56 21	
20	1 43	18 32	56 22	
	2 25	17 34	56 17	
21	2 15	16 52	56 22	
	3 11	16 12	56 50	
22	3 26	15 58	58 6	
23	3 27	Insel Deseada		
	3 40	Insel Mariegalante		
29	4 4	Angesichts von Antego		
1727				
Apr. 14	4 28	Inseln Nevis, Rotonda und Antego		
15	3 30	18 36	61 18	
	2 56	19 20	61 20	
17	3 2	19 50	61 14	
19	2 22	20 56	61 28	

1727	Abweich	Breite	Länge London
Apr. 22	0°51'ö	25°20'n	61°24w
	1 7		
23	0 43	25 54	61 23
	0 16	26 6	61 21
24	0 15w	26 16	61 30
25	0 41 ö	26 24	61 47
26	0 18	26 34	61 48
27	0 35	27 44	61 44
28	0 38w	28 36	60 52
29	0 42	28 46	60 54
	0 48	29 6	60 50
30	1 18	30 9	60 45
	1 56	31 26	60 4
Mai 1	2 32	32 28	59 33
	3 16	32 54	59 16
2	4 5	33 54	58 43
6	9 5	40 28	55 42
7	10 12	41 56	52 54
9	11 54	43 56	48 41
10	12 37	44 30	46 0
12	14 20	46 12	39 18
13	14 0	46 51	35 15
15	12 54	46 16	28 25
17	11 39	46 10	23 53
21	11 46	48 45	15 12
26	13 24	Angesichts von Portland	

XV. Beobachtungen auf einer Reise von Madera nach Westindien im Schiffe *the Lark*, Capt. *Gray*.

1727	Abweich	Breite	Länge London	
Dec. 30	6°58w	Madera Rhede		
1728				
Jan. 6	6 18	28°52'n	19°46w	v. Lond.
18	2 16 ö	16 19	51 5	
19	2 14	16 29	52 8	
20	2 48	16 18	54 53	
	3 58	16 16	56 47	
21	3 58	16 24	58 20	
22	3 40	Insel Deseada		
23	4 49	Insel S. Christoph		
27	6 2	Insel Alta Vela		
Feb. 19	7 37	Land Mother la Pope		

XVI. Beobachtungen auf einer Reise von England nach Lissabon und im Mittelmeere im Schiffe *Dreadnought*, Capt. *Geddes*.

1730	Abweich	Breite	Länge London
Mai 5	13°26w	45°22'n	9°39w
7	12 3	41 32	10 39
1731			
Juli 27	12 48	Insel Sizarga	
28	12 12	41 56	9 26
29	12 26	40 0	10 3
Oct. 8	11 10	Cap Dragon	
11	10 52	Cap Toulon	
20	9 42	Leghorn Rhede (Livorno)	
Dec. 6	10 28	41 34	18 54

XVII. Beobachtungen im Mittelmeere auf dem Schiffe *Hector*, Sir *Roger Bulter*.

1733	Abweich	Breite	Länge London
Apr. 21	14° 2w	34° 2'n	12°30'ö
22	13 22	Angesichts des östlichen Endes von Tripolis	
26	14 20	34 16	12 22
Sep. 17	13 38	In Gibraltar Bucht	
27	13 49	Cap S. Vincent	
Nov. 9	13 56	Cap de Gatt	
11	14 12	Insel Alborne	
18	14 34	Cap Mola auf Minorka	
1734			
März 10	14 20	Cap S. Marys auf der Küste von Portugal	
Apr. 6	13 56	Küste der Barbarey nahe Larao	
1735			
Aug. 9	11 33	38 8	14 2w
10	11 44	38 8	12 55
	12 19	Salee Rhede an der Räuberküste	

XVIII. Beobachtungen des *Christopher Middleton* auf einer Reise von England nach der Hudsonsbay und zurück im Jahre 1730.

1730		Abweich		Breite		Länge London	
Juni	4	17°	0w	59°	12′n	4°	44w
	5	16	0	59	38	5	11
	6	17	0	59	58	5	57
	7	17	20	59	22	7	6
	8	18	0	59	38	8	39
	9	18	0	59	54	8	47
	10	18	0	59	14	10	14
	11	18	0	58	35	11	23
	12	18	0	57	21	12	20
	13	18	0	56	31	13	13
	14	18	0	56	0	14	22
	15	18	0	55	53	17	2
	16	18	0	55	42	18	16
	17	18	0	56	21	18	47
	18	18	30	55	22	19	34
	19	19	0	55	42	21	14
	20	19	30	56	51	21	31
	21	20	0	57	23	21	54
	22	20	0	57	0	22	1
	23	21	0	57	56	23	52
	24	22	0	58	16	24	9
	25	22	0	57	40	24	38
	26	22	0	57	57	25	33
	27	23	0	58	47	28	25
	28	23	0	58	39	29	31
	29	23	20	58	28	29	45
	30	24	0	58	0	30	38
Juli	1	24	0	58	25	31	29
	2	25	0	59	13	32	54
	3	25	0	59	3	33	14
	4	25	0	58	54	33	20
	5	26	0	58	43	35	44
	6	26	30	58	26	37	25
	7	27	30	58	6	39	30
	8	27	0	58	3	42	38
	9	27	0	57	34	43	23
	10	27	0	57	43	45	25
	11	27	0	58	11	46	47
	12	28	0	57	34	48	17
	13	29	0	58	0	50	48
	14	31	0	58	33	53	20
	15	32	0	58	56	55	18

1730		Abweich		Breite		Länge London		
Juli	16	34°	0w	59°	6′n	55°	33w	
	17	35	0	58	50	56	4	
	18	37	0	58	53	56	43	
	19	36	0	59	45	58	3	
	20	37	0	60	1	58	27	
	21	37	0	59	51	59	59	
	22	38	0	61	16	62	9	
	23	40	0	61	50	63	34	
	24	42	0	62	11	72	32	
	25	40	0	63	11	76	22	
	26	40	0	63	12	78	4	
	27	42	0	63	9	78	43	
	28	40	0	62	10	81	12	
	29	36	0	60	49	82	21	
	30	33	0	58	24	84	9	
	31	28	0	56	51	84	27	
Aug.	1	24	0	56	15	83	46	
	2	24	0	56	20	84	16	
	3	24	0	56	27	83	44	
	4	24	0	56	20	83	1	
	5	24	0	56	15	83	24	
	6	24	0	56	0	82	46	
	7	24	0	55	8	82	43	
	8	24	0	55	11	82	43	
	9	24	0	55	16	82	43	
	10	24	0	55	22	82	40	
	11	24	0	55	11	84	20	
	12	24	0	55	6	84	36	
	13	24	0	55	15	84	52	
	14	24	0	55	20	84	34	
	15	24	0	54	44	84	34	
	16	24	0	54	28	84	34	
	17	24	0	53	54	84	56	
	18	24	0	53	56	84	58	
	19	24	0	53	44	84	57	
	20	24	0	53	9	85	0	
	21	23	0	52	31	85	30	
	22	23	0	52	29	85	20 ö	Albany
Sept.	2	24	0	53	56	0	30	v. Albany
	3	24	0	54	22	0	7w	von den
	4	25	0	55	45	0	49	Bärenin-
	5	26	0	56	35	2	26	seln
	6	26	0	56	57	3	4	
	7	26	0	56	45	1	22	
	8	26	0	57	6	3	26	
	9	28	0	58	8	3	2	
	10	33	0	60	25	2	2	
	11	38	0	61	49	0	42	
	12	42	0	62	33	0	51	

1730		Abweich		Breite		Länge		
Sept.	13	43°	0w	63°22w		1°20 o		von Cap
	14	40	0	63	3	2	34	Diggs
	15	42	0	62	9	9	19	
	16	39	0	61	10	0	29 o	von But-
	17	34	0	60	35	6	9	tons Insel
	18	34	0	58	52	10	39	
	19	32	0	57	54	14	6	
	20	30	0	57	28	16	15	
	21	28	0	57	38	18	24	
	22	25	0	56	19	22	27	
	23	22	30	54	40	27	43	
	24	21	0	53	28	32	28	
	25	19	0	53	34	35	16	
	26	18	0	52	46	36	27	
	27	17	0	52	21	39	11	
	28	16	0	50	35	42	10	
	29	15	0	50	41	46	23	
	30	14	0	50	7	49	9	
Oct.	1	14	0	49	26	51	57	
	2	14	0	49	30	53	45	
	3	13	0	49	56	54	54	
	4	13	0	49	19	54	10	
	5	13	0	49	47	53	50	
	6	13	0	50	10	53	26	
	7	13	0	49	58	53	48	
	8	13	0	49	21	55	19	
	9	13	0	49	45	58	49	
	10	13	0	49	56	61	57	bey Plymouth

XVIV. Beobachtungen des *Middleton* auf einer Reise von England nach der Hudsonsbay im Jahre 1731.

1731		Abweich		Breite		Länge London	
Juni	14	17°30′		59°17′		5°52′	
	15	18	0	59	24	8	58
	16	19	0	59	30	11	50
	17	20	0	59	35	15	10
	18	21	0	59	29	18	45
	19	21	30	58	53	21	15
	20	22	0′	58°47′		24°11′	
	21	24	0	58	47	29	13
	22	26	0	58	42	32	54
	23	26	0	58	38	36	55
	24	27	30	58	37	40	56
	25	30	0	58	32	43	0
Juni	26	29	0	57	39	43	17
	27	30	0	58	6	45	10
	28	31	0	58	18	47.	16
	29	31	0	58	29	47	41
	30	33	0	58	55	51	16
Juli	1	34	0	59	49	54	56
	2	34	0	60	16	55	4
	3	34	0	60	8	56	22
	4	37	0	59	33	58	10
	5	37	0	59	33	58	28
	6	37	0	59	33	58	40
	7	37	40	60	2	60	22
	8	38	0	60	30	61	23
	9	38	0	61	19	63	57
	10	40	0	61	25	65	17
	11	41	0	62	4	69	2
	12	43	0	62	33	71	2
	13	43	0	62	40	72	6
	14	41	0	62	30	73	33
	15	41	0	63	14	75	9
	16	42	0	62	58	77	3
	17	41	0	63	17	78	29
	18	40	0	63	6	79	53
	20	37	0	61	18	81	26
	21	34	0	60	5	83	2
	22	30	0	58	4	84	20
	23	29	0	57	35	84	20
	24	25	0	56	13	85	27
	25	24	0	56	24	85	27
	26	24	0	55	33	85	40
	27	24	0	54	23	85	40
	28	24	0	53	57		
	29	25	0	53	29		
Sept.	13	38	0	61	5	60	18
	14	38	0	60	36	57	12
	15	35	0	59	28	52	29
	16	33	0	58	10	47	18
	17	29	0	57	15	43	44
	18	27	0	56	25	42	32
	19	25	0	55	29	38	48
	20	22	0	54	23	34	19
	21	20	0	53	9	29	51
	22	19	0	52	14	26	25
	24	17	0	52	30	23	12
	25	16	0	51	54	20	24
	26	16	0	50	46	17	12
	27	15	0	49	28	13	26
	28	14	0	49	2	9	21
	29	14	0	49	32	5	18

XX. Beobachtungen von *Harris* auf einer Reise nach Jamaika 1732.

1732	Abweich	Breite	Länge London
März	6° 5′ö	Black River auf Jamaika	
April	4 30	Havanna	
	4 0	27° 0′	80° 0′
	3 30	28 45	80 0
	1 45	31 0	77 45
	0 0	32 15	72 30
	1 0w	32 40	72 0
	1 30	32 45	71 30
	2 15	32 52	70 40
	4 20	34 30	67 25
	5 0	35 55	65 30
	6 30	38 6	60 30
	8 20	39 10	57 30
	8 45	39 40	56 30
	9 30	43 0	45 0
	9 30	43 5	44 35
	11 30	44 40	35 15
	11 0	47 20	20 20

XXI. Beobachtungen des *Walter Hoxton* auf drei Reisen von London nach Maryland.

1732	Abweich	Breite	Länge Lezard
	12° 0′	39°53′	27°16′
	14 0	37 49	27 45
	13 0	35 19	39 20
	8 0	32 40	50 27
	6 30	34 40	56 0
	4 28	35 4	65 0
	4 42	36 50	7 Meilen von Cap Henry
	4 58	Chesapeak Bay unterhalb des Potowmak Flufses	
	4 47	Mündung des Potuxon	
	9 22	36 11	56 20
	6 17	34 52	53 0
	6 15	34 33	52 0
	6 5	34 45	51 0
	6 23	34 36	50 0
	7 37	36 0	49 30
	9 23	37 20	48 0
	10 0	38 4	48 20

1732	Abweich	Breite	Länge Lezard
	10°23′n	39°27′	47°40′
	10 38	40 8	45 10
	13 4	40 30	45 0
	11 43	42 32	42 20
	12 39	42 40	42 0
	13 24	43 27	40 20
	13 42	43 32	39 50
	16 30	49 48	9 0
1733	18 0	48 12	3 18
	15 35	46 7	4 30
	16 22	44 4	7 0
	16 36	42 17	9 0
	15 38	40 0	12 0
	14 51	38 5	14 20
	13 24	37 36	14 45
	13 17	36 32	15 52
	13 0	36 16	16 12
	11 34	34 2	21 51
	9 51	34 4	23 18
	10 28	35 6	30 33
	9 48	35 12	31 38
	10 23	34 23	31 22
	8 18	33 34	32 25
	7 12	30 19	31 26
	6 45	29 17	31 11
	6 39	32 24	37 55
	10 36	32 50	38 35
	11 0	32 11	40 23
	6 42	31 19	41 4
	5 0	32 25	43 0
	8 49	34 5	47 20
	10 45	33 45	49 24
	8 33	35 1	54 10
	5 54	34 0	54 4
	5 12	33 41	54 0
	6 35	33 51	55 0
	7 2	34 59	60 0
	7 49	36 32	59 30
	6 45	37 1	61 10
	5 25	37 5	66 22
	4 45	36 53	66 40
	5 0	36 36	20 leagues v. Cap Henry
	11 0	38 9	57 40
	10 0	38 48	55 50
	14 0	42 13	43 48
	14 26	44 21	33 17
	15 45	45 46	28 17
	13 27	49 51	Plymouth

1733	Abweich	Breite	Länge Lezard	
	13° 0′	50°20′	Portland	
	14 30	39 53	6°37′	
	14 0	37 50	6 40	
	15 0	36 58	10 30	
	13 40	34 56	13 0	
	12 10	33 33	16 10	
	9 13	33 9	17 38	
	9 51	32 44	18 6	
	9 49	31 39	20 13	
	9 6	30 55	22 53	
	8 39	30 17	25 26	
	7 56	30 1	27 14	
	6 48	30 1	27 54	
	7 41	29 55	30 20	
	8 0	29 57	33 12	
	5 41	29 51	37 37	
	5 23	28 55	39 28	
	7 12	29 8	40 0	
	8 6	31 10	44 46	
	4 46	31 7	46 45	
	4 40	30 42	49 0	
	4 0	30 29	49 48	
	4 49	30 31	52 10	
	4 45	30 18	53 0	
	4 22	30 23	55 0	
	4 52	30 58	57 30	
	4 50	37 9	68 0	

XXII. Beobachtungen der Breite und Abweichung auf einer Reise von Java Head nach St. Helena Jahr 1731 — 1732 von *Edm. Halley.*

1731	Abweich	Breite	Länge	
Feb. 7	3°28w	9°59′s	0°45w	von Java Head
13	4 45	13 43	3 36	
15	4 52	15 18	6 9	
21	4 51	18 12	18 0	
25	6 8	19 59	22 1	
29	10 3	21 0	32 12	
März 5	15 15	23 16	38 58	
8	18 2	25 11	42 33	
10	19 0	26 18	44 15	
13	21 45	27 23	46 34	
17	24 23	30 25	54 52	
19	24 50	30 27	59 21	

1732	Abweich	Breite	Länge London	
März 22	24°15′s	31°23′s	66° 3w	
24	23 51	32 47	67 45	
Apr. 1	20 16	34 58	79 44	
4	20 7	35 33	81 14	
6	19 7	35 41	87 12	
7	17 30	36 25	87 38	
10	16 9	38 18	87 26	
13	15 40	37 58	85 15	
14	15 45	37 4	84 42	
16	16 14	36 15	0 30w	vom Cap
18	15 45	35 33	1 56	
21	14 40	32 23	3 40	
24	12 39	27 1	7 23	
29	11 20	21 45	11 41	
Mai 5	8 0	16 0	20 16	

XXIII. Beobachtungen des *George Anson* Esq. in den Jahren 1740—1744.

Abweich	Breite	Länge	
5° 0′ö	17° 0′n	11°50′ö	von Bernardino
6 10	24 30	23 30	
7 58	13 30	27 30	
9 19	13 30	34 0	
10 0	34 20	40 30	
10 10	13 30	40 30	
11 0	34 20	45 30	
11 36	13 30	47 30	
11 15	13 0	55 0	
9 17	13 0	58 30	
8 0	12 50	61 0	
6 32	12 50	69 0	
12 40	32 0	70 45	
6 0	12 0	77 30	
10 0	34 20	99 15	
4 0	13 0	100 0	
2 50	13 10	109 0	
3 0	25 20	134 0	bey Acapulco
18 0	35 20 s	52 20w	London
15 0	33 30	51 20	
19 10	43 0	64 0	
19 0	45 0	68 30	
20 0	45 6	69 6	
19 15	49 40	70 0	
22 30	55 30	69 0	
24 0	58 45	71 10	

	Abweich	Breite	Länge London
	23°15'	59°15'n	72°30w
	10 54	46 10	78 40
	11 0	45 32	78 35

XXIV. Abweichungsbeobachtungen von Abbé *de la Caille*, Jahr 1750—1754.

1750	Abweich	Breite	Länge Paris
Dec. 10	8°45w	17°30'n	24°30w
12	7 30	15 10	26 10
13	5 0	14 30	29 0
15	5 45	11 20	28 0
17	6 30	8 8	26 55
18	6 30	6 50	27 0
22	5 40	5 0	26 30
1751			
Jan. 1	3 40	2 45	30 0
3	4 0	2 25	30 5
5	3 0	0 55	31 15
7	1 30	1 30s	32 30
8	1 0	2 45	33 0
9	0 0	3 15	33 15
	0 0	3 48	33 25
11	1 0ö	6 32	34 0
12	1 0	7 55	33 45
13	1 30	9 20	33 40
14	2 0	10 45	33 55
15	2 0	11 21	34 10
16	2 30	13 28	35 5
17	2 0	14 10	35 20
18	3 0	15 54	36 0
19	3 50	17 40	37 10
21	4 30	20 39	39 50
22	7 0	22 14	40 35
Feb. 9	9 22	22 54	45 0
März 6	7 0	33 16	32 25
7	6 30	33 55	31 50
8	5 30	34 22	30 40
	5 30	34 51	29 55
16	4 30w	35 33	11 25
18	5 30	34 40	7 50
20	7 50	35 42	7 0
21	8 30	36 10	5 20
23	9 0	36 15	2 5
25	11 25	36 30	2 40ö
27	12 45	36 24	6 30

1751	Abweich	Breite	Länge Paris
März 27	13°52w	36°14's	7°30'ö
29	15 30	34 46	11 35
	16 30	34 17	12 15
Apr. 1	17 30	33 35	14 10
5	16 0	34 15	12 30
9	16 30	34 10	13 0
10	17 45	33 35	14 40
12	18 0	33 20	16 0
16	17 30	33 48	15 0
17	17 15	33 45	15 20
19	19 15	33 55	16 10
1752			
Oct. 13	19 0	33 21	16 35
1753			
Jan. 18	19 0	33 55	16 10
März 9	17 0	34 47	14 48
10	16 15	35 16	13 50
11	15 45	36 5	13 15
12	15 40	36 45	13 15
15	18 0	37 5	20 0
19	21 0	36 40	29 20
22	23 30	37 52	33 10
26	26 48	36 30	45 0
31	22 0	32 18	56 30
Apr. 4	19 45	31 55	61 40
8	15 20	29 55	69 0
9	14 45	26 30	69 20
12	9 15	20 25	70 0
	10 15	19 52	69 20
13	7 40	19 52	67 0
14	8 0	19 53	64 0
15	11 0	19 55	62 30
16	10 30	19 55	59 0
17	12 0	19 50	58 0
1754			
Feb. 28	16 25	21 40	51 40
März 2	19 10	23 10	50 20
	18 0	23 55	49 35
3	21 0	24 50	49 0
4	20 30	26 55	47 10
5	23 0	28 16	45 20
	22 35	28 53	44 30
6	23 15	29 55	43 0
8	24 15	31 38	38 30
9	24 40	32 24	37 0
	24 35	32 48	36 30

1754	Abweich	Breite	Länge Paris
März 10	24°35w	33° 2′s	36° 0′ö
	24 10	33 32	35 15
13	22 35	34 50	29 0
14	23 35	34 30	28 50
	23 0	34 13	28 40
15	23 25	34 0	28 15
16	23 20	33 50	27 30
17	23 45	33 55	27 0
	22 35	34 10	26 20
18	23 10	34 40	24 30
19	22 30	35 0	22 20
20	22 0	35 28	20 25
22	20 45	35 36	18 30
	21 0	35 42	18 35
23	20 0	35 48	18 0
	20 45	35 50	18 0
27	17 50	33 28	12 0
30	15 55	29 25	9 10
Apr. 2	16 30	26 55	5 0
3	14 55	26 20	4 30
4	13 45	25 25	3 20
	14 15	24 50	2 40
5	13 35	23 20	1 0
6	12 45	21 25	1 0w
8	11 35	18 5	4 10
9	10 12	16 25	6 40
10	10 12	14 30	8 25
12	10 20	10 30	11 30
13	10 0	9 35	12 20
	9 55	8 30	13 10
15	8 6	7 55	16 18
21	8 0	5 46	19 10
25	4 50	2 24	23 10
	5 10	2 2	23 35
26	4 50	1 20	24 20
27	3 50	0 8	24 50
	3 50	0 24 n	25 20
28	4 0	1 6	25 48
	4 0	1 40	26 10
29	3 55	2 40	26 30
	3 12	3 8	26 50
30	3 0	3 35	27 10
Mai 1	3 5	4 50	29 0
2	2 50	5 40	30 20
6	0 0	9 35	36 0
	0 0	10 33	36 30
7	0 48	12 33	37 50
8	0 40	13 34	38 18
	0 35	14 38	38 48

1754	Abweich	Breite	Länge Paris
Mai 9	0°45w	15°42′n	39° 0w
11	1 45	21 17	40 30
14	4 25	26 12	41 40
	3 50	27 0	42 0
15	4 55	28 0	42 10
16	4 40	28 58	43 40
17	4 50	30 30	45 10
	5 15	31 6	45 25
18	6 5	31 30	46 10
19	5 10	32 17	45 10
	6 5	32 40	44 20
20	6 15	33 15	43 10
22	7 24	34 26	42 20
24	8 45	38 2	38 10
	10 20	39 10	37 30
25	11 10	40 18	35 30
27	14 15	43 20	31 0
30	16 15	45 23	19 30

XXV. Neigungsbeobachtungen vom Abbé *de la Caille* in den Jahren 1750 — 1754.

1750	Neigung	Breite	Länge Paris
Dec. 3	66° 0′n	30°35′n	21° 0w
5	64 0	28 0	22 20
7	60 0	23 44	24 0
13	50 0	14 44	29 12
17	43 0	8 23	26 40
18	43 0	7 6	27 0
21	37 15	5 30	25 55
23	35 0	4 2	27 50
31	30 30	2 49	30 0
1751			
Jan. 5	29 0	0 54	31 20
6	26 30	0 12 s	31 53
8	22 30	2 25	32 50
9	21 0	3 30	33 20
11	16 0	6 10	34 0
13	10 0	8 55	33 40
14	7 30	10 13	33 50
Feb. 16	0 45 s	13 5	35 0
17	2 15	14 32	35 30
19	10 30	18 19	37 30
21	16 15	20 55	40 0

1751	Neigung	Breite	Länge Paris	
Feb. 4	20° 0′ s	22° 54′ s	45° 0 w	R. Janeiro
März 7	35 15	33 39	32 20	
16	38 45	35 35	11 40	
18	38 30	34 39	7 50	
20	39 0	35 50	6 45	
22	39 45	36 1	3 0	
25	41 45	36 32	2 10 ö	
27	42 45	36 26	6 55	
30	42 0	33 56	12 45	
Apr. 26	43 0	33 55	16 10	Cap g. H.
1752				
Apr. 13	43 7¼	33 55	16 10	
1754				
Jan. 11	52 17	20 10	55 8	P. Louis Isle de France
Feb. 22	54 22½	20 52	53 10	S. Denys Insel Bourbon
März 2	54 30	23 27	50 0	
5	55 30	28 38	44 40	
7	56 15	30 56	39 50	
9	54 30	32 35	36 15	
12	53 30	33 8	29 30	
17	52 0	34 1	26 30	
19	50 45	34 51	22 30	
29	39 0	30 41	10 0	
Apr. 1	34 15	27 30	6 15	
5	24 45	23 47	1 20	
8	15 7	18 29	4 30 w	
10	9 0	15 6	8 17	S. Helena
12	1 0 n	11 2	11 15	
17	11 10	7 56	16 19	Ascens.
22	18 30	4 52	20 13	
24	22 0	2 52	22 31	
27	27 30	0 11	25 4	
29	33 45	2 58 n	26 43	
Mai 4	39 15	6 39	32 0	
6	43 0	10 3	36 15	
8	48 30	14 5	38 30	
11	57 0	20 44	40 10	
13	61 0	24 59	41 10	
16	64 30	29 28	44 5	
18	66 30	31 43	46 25	
22	68 30	34 41	42 0	
24	71 0	38 34	37 50	
27	73 45	43 39	30 40	
29	74 30	44 45	23 45	
31	74 0	45 59	16 30	

1754	Neigung	Breite	Länge Paris	
Juni 14	72° 0′ n	47°45′ n	5°43 w	l'Orient
Sept. 22	72 15	49 51	0 0	Paris

XXVI. Abweichung der Magnetnadel, beobachtet von *David Roſs* am Bord des Kriegsſchiffes *the Montagu* in den Jahren 1760 — 1762.

1760	Abweich	Breite	Länge London
Apr. 12	19°11 w	Bell-Isle und Grois	
26	18 51	43°23′ n	11°15 w
29	19 11	40 20	13 39
Mai 2	17 0	40 18	18 36
5	14 30	34 44	21 42
6	14 15	31 38	22 25
7	13 50	30 7	23 12
9	10 4	28 51	25 39
10	10 30	27 2	28 40
11	10 16	26 10	30 30
12	7 10	25 9	32 37
13	5 59	24 3	34 14
14	5 0	22 51	35 51
15	4 20	21 40	37 33
17	1 30	19 8	41 27
18	1 0	18 4	43 18
19	0 20	16 58	45 9
20	0 30 ö	16 7	46 50
21	1 7	14 52	48 39
22	1 59	13 38	50 28
23	2 12	13 13	51 48
25	3 45	13 30	56 5
26	3 58	13 10	57 50
28-31	4 30	Carlisle, Barbadoes	
Juni 1	5 20	Barb. S. O. 10½ leagues	
2	5 12	15 19	59 0
3	4 24	16 16	59 18
4	4 51	Antigua W. N. W. 6 leag.	
6	4 50	Redondo O. ¼ N. 4 leag.	
8	5 32	Montferrat S. g. O Redondo S. g. W.	
15	5 6	Zwischen Martinique und Dominica	
16	5 41	S. W. Ende von Martinique	
17	5 21	S. Ende von Dominica	
18	5 27	3 leagues südl. vor Ruperts Bay Domin.	

1760		Abweich	Breite	Länge
Juni	20	3°27w	Prince Ruperts Bay Dominica	
	22	3 12		
Juli	11	5 3	Deseada S. W. g. W. ¼ W. 3 leagues	
	12	5 35	15 0	59 7
Sept.	15, 17	4 32	Curlands Bay / S. W. Ende von Tabago	
Oct.	5	4 45	N. Ende von Tabago O. N. O. ¼ O. 5 leagues	
	6	5 0	Tabago O. g. S. 4 leagues	
	10	4 0	Insel Bequia N. W. g. N. ⅛ W. 7 leagues	
	14	5 14	N. W. Ende von S. Lucie	
	15	5 17	S. Pierre Martinique	
	22	5 19	Zwischen Martinique und Dominica	
	23	5 36		
	24	5 34	S. Lucie W. ¼ N. 15 leagu.	
1761				
März	25	3 19	Pr. Ruperts Bay, Dom.	
Apr.	4	3 9	S. Johns Rhede, Antigoa	
	15	4 31	Östl. Ende von Antigoa	
Mai	4	3 47	Carlisle Bay, Barbadoes	
Juli	27	4 44	Dog and Prikly Pear	
	28	4 35	19 35	62 50
	29	4 27	20 46	62 45
	30	2 42	22 20	62 30
	31	2 15	23 42	62 36
Aug.	1	1 38	25 5	62 37
	2	1 18	26 20	62 57
	3	0 44	27 26	62 37
	4	0 3	27 56	62 43
	5	0 23	28 5	62 50
	6	0 1	28 11	62 35
	7	0 27w	28 40	62 59
	8	0 48	29 23	63 1
	9	1 33	30 1	62 59
	10	1 58	31 1	62 21
	11	2 45	32 41	60 37
	12	4 13	33 58	39 14
	13	5 0	35 3	57 54
	15	7 4	36 31	54 57
	16	8 20	37 33	52 55
	17	9 40	37 59	51 4
	18	10 20	38 8	50 13
	19	10 12	38 36	48 41
	20	10 57	38 23	47 48
	21	11 52	38 57	46 30
	22	12 0	39 22	45 52

1761		Abweich	Breite	Länge London
Aug.	23	12° 0w	40°13′n	44°29w
	24	12 0	41 8	42 26
	26	13 0	41 31	41 42
	27	13 35	42 0	39 58
	28	13 36	42 38	38 11
	29	14 0	43 15	36 21
	30	14 30	43 0	35 53
	31	14 30	43 28	34 40
Sept.	1	17 11	44 45	31 58
	2	18 51	45 36	29 49
	4	18 31	48 14	25 17
	5	19 37	48 57	23 13
	6	19 30	49 11	20 28
	7	19 52	50 35	18 17
	10	19 55	Cap Clear, Irland	
	20	19 55	Scilly S. S. O. 5 leagu.	
	21	20 16	The Start O. ¼ N. 16 leagu.	
Dec.	8	16 53	36 25	7 45w
	19-26	17 11	Gibraltar Bay	
1762				
Jan.	23	18 3	35 46	7 2
Feb.		17 31	Zwischen Cap S. Vincent und der Münd. der Strafse	
	11	17 32	Cascais Rhede	
März	2	17 32	Lissabon	
	5	17 29	37 56	9 55w
		17 15	Zwischen Cap S. Marys und Cap Spartel	
		17 20	Str. Gibr. Europ. Küste	
		18 30	Str. Gibr. Barb. Küste	

XXVII. Beobachtungen des Commodore *Byron* im Schiffe *the Dolphin* in den Jahren 1764—1766.

1764		Abweich	Breite	Länge London
Nov.	4	13° 0ö	38°53′s	51° 0w
	10	18 20	41 16	55 17
	11	11 45	42 34	58 17
	12	19 30	43 46	60 5
	15	19 41	45 21	63 2
Dec.	5	19 0	47 22	65 49
1765				
Jan.	8	20 0	51 50	69 56

1765		Abweich	Breite	Länge London	
Jan.	10	20 0'ö	51 31w	68 44w	
	11	19 0	51 24	66 10	
	12	23 30	51 27	63 54	
Apr.	26	9 36	Masafuero		
Mai	11	4 45	24 30	97 45	
	14	3 20	23 2	101 23	
	22	0 19w	20 52	115 38	
	26	0 0	16 55	127 55	
Juni	7	4 30 ö	14 5	144 58	
	9	4 30	14 10	144 52	
	12	5 0	14 41	149 15	
	13	5 30	15 0	151 53	
	16	7 40	14 28	156 23	
	20	9 15	12 33	167 47	
	29	10 10	8 13	176 20	
Juli	3	11 15	1 18	173 46 ö	
Oct.	10	5 10	18 33 n	136 50	
	19	0 0	21 10	124 17	
		Die Nadel zeigte beständig gegen Norden bis den 22sten bey der Graftons Insel			
	22	1 20w	21 8	118 14	Graftons
	31	0 30	7 17	104 21	Insel
Nov.	7	0 38	Pulo Timoan		
1766					
Feb.	10	22 0	34 15 s	21 45	

XXVIII. Abweichungsbeobachtungen von Capt. *Samuel Wallis* in dem Schiffe *the Dolphin* 1766—1768.

1766		Abweich	Breite	Länge London	
Aug.	22	21° 0w	50° 0'n	5°14w	Lezard
Sept.	8	14 10	32 35	16 40	Funchal
	24	8 20	14 53	23 50	P. Praya
Dec.	8	23 15 ö	47 56 s	66 24	P.Desiré
	17	23 0	52 24	69 6	Cap Virgin Mary
		24 30 *			
	23	22 40	52 30	69 50	PointPossession
	26	22 50	53 8	71 30	Point Porpafs
	27	22 30	53 43	71 32	Port Famine

1767		Abweich	Breite	Länge London	
Jan.	19	22°40 ö	54° 3 s	Cap Froward	
	20	22 40	53 58	C. Hollaud	
	23	22 40	53 50	C. Gallant	
Feb.	4	22 30	53 40	York Road	
	17	23 35	53 33	Cap Quod	
März	4	23 0	53 22	Cap Notch	
	18	22 40	53 5	Cap Upright	
Apr.	11	23 0	52 46	76 0w	C. Pillar
	21	12 0	42 30	95 46	
		11 6 *	42 24		
	26	10 20 *			
	27	9 8 *	36 54	100 0	
	30	8 30 *	32 50	100 0	
Mai	3	5 44		96 26	
	4	5 58 *	28 20		
		6 0	28 12	96 30	
	11	4 40 *	27 28	106 0	
	14	2 0 *	24 50	106 0	
	20	5 0	21 0	106 47	
	23	5 0	20 20	112 6	
	31	5 9 *	19 38	127 45	
Juni	3	5 40	19 30	129 50	
	7	6 0	19 26	137 56	Whitsunday Ins.
	8	5 20	19 18	138 4	Charlottes Ins.
	10	4 46 *	19 18	138 4	
	11	6 0	19 20	138 30	Egmont I
	12	7 10	19 11	140 6	Glocester Ins.
	13	7 0	19 18	140 34	Cumberland Ins.
		7 0	19 0	141 6	Pr.Henry Ins.
	17	6 0	17 51	147 30	Osnabrough
	19	6 0	17 48	149 15	Otaheite
Juli	4	5 30	17 30	150 0	
	27	6 0	17 28	150 16	York I.
	28	6 30	17 28	151 4	Saunders Ins.
	30	7 40	16 46	154 13	Howes I.
	31	8 0	16 28	155 30	Scilly I.
Aug.	13	9 0	15 50	175 10	Boscaven
		10 0	15 53	175 13	Keppel I.
	17	10 0	13 18	177 0	Wallis I.
Sept.	3	10 0	11 0 n	192 30	Pescadores
		10 0	11 20	193 0	
	30	6 20	14 58	214 10	Tinian

1767	Abweich	Breite	Länge London	
Oct. 17	5°15′ö	16°10′n	216°25′	
29	1 3w	21 4	239 0	Graftons Ins.
Nov. 15	1 0	2 28	255 0	Pulo Aroe
26	0 0	4 10 s	254 46	Lucepara
Dec. 1	1 25	6 8	254 30	Batavia
16	1 0	6 41	256 30	PrincesI.
1768				
Jan. 26	24 0	34 24	323 30	
27	24 0	34 14	323 13	
Feb. 11	19 30	34 0	342 0	Cap G.H.
März 15	13 0	16 44	2 0	
	12 50	16 36	2 5	
19	12 47	15 57	5 40	S.Helena
23	9 53	7 58	14 4	Ascension
24	10 0	7 28	14 38	
Apr. 8	4 48	15 4 n	34 30	
11	4 30	21 28	36 37	
21	11 34	33 55	33 0	
23	14 30	36 15	29 31	
Mai 10	22 30	49 43	7 52	
	20 0	49 58	7 8	S. Agnus Leuchtthurm

Die mit * bezeichneten Beobachtungen stehen im Texte; die Länge ist hier nach der Schifferrechnung angegeben, und scheint an mehreren Orten 6° — 8° zu grofs zu seyn.

XXIX. Abweichungen beobachtet von Capt. *Philip Carteret* in *the Swallow* 1766—1769.

1766	Abweich	Breite	Länge London	
Aug.	22°30w	Der Engl. Canal		
30	20 25	45°22′n	13°17w	
Sept. 3	19 4	38 36	13 40	
4	20 17	37 27	14 12	
	16 0	32 34	16 35	Madera
17	13 0	24 33	19 22	
21	11 14	17 19	22 19	
22	8 20	16 34	22 29	
	8 0	15 0	23 0	P. Praya

1766	Abweich	Breite	Länge London	
Oct. 10	5°36w	6°34′s	21°41w	
11	6 0	6 40	21 35	
22	6 23	0 6 s	25 3	
25	4 30	4 14	27 23	
27	3 52	7 3	28 49	
28	1 50	8 46	29 14	
30	0 30	10 57	30 9	
31	0 0	12 30	30 30	
	1 24 ö	12 56	30 46	
Nov. 2	1 40	17 22	32 9	
7	4 56	23 54	38 10	
	5 56			
8	6 45	25 49	39 21	
11	8 50	29 57	42 27	
15	12 0	34 12	46 41	
16	12 36	34 38	47 58	
17	13 3	34 46	48 28	
	14 20			
18	14 30	35 37	49 49	
	15 45			
20	15 33	36 57	51 48	
21	15 52	37 40	51 5	
28	19 0	41 14	56 48	
29	19 2	42 8	58 41	
	19 45			
Dec. 4	20 20	47 0	60 51	
5	20 40	48 1	61 28	
6	20 34	47 35	62 50	
7	19 40	47 14	63 37	
8	20 30	48 54	64 14	
9	20 35	49 12	65 31	
17	22 50	52 23	68 2	C. Virgin Mary
	22 36	Elisabeth Insel		
	22 22	Port Famine		
	22 10	Cap Froward		
	22 10	York Road		
	22 0	Swallow Hafen, Cap North, Cap Upright		
	21 50	52 45	75 10	C. Pillar
1767				
Apr. 18	17 36	49 18	79 6	Küste von Chili
20	17 20	48 4	80 56	
26	16 17	45 57	81 22	
28	15 10	44 27	81 24	
Mai	11 0	33 40	78 52	Juan Fernandes

1767		Abweich	Breite	Länge London	
Mai		10°24'ö	33°45's	80°46w	Masafuero
	28	9 40	29 45	79 50	
	31	8 10	26 26	82 15	
Juni	1	8 8	25 51	84 23	
	7	5 45	27 23	97 16	
	8	5 45	27 20	97 51	
	10	5 40	26 30	98 25	
	12	4 13	26 53	100 21	
	16	2 0	28 11	111 15	
	17	1 51	28 4	112 37	
	18	2 0	28 7	113 55	
	20	2 9	28 4	116 29	
	30	2 32	26 0	130 55	
Juli	2	2 46	25 2	133 8	Pitcairn
	3	2 30	25 0	136 16	
	4	3 43	25 24	137 18	
	5	5 24	24 56	137 23	
	6	4 16	24 32	138 31	
	7	5 12	24 10	139 55	
		4 2	24 10	139 55	
	8	5 56	23 46	139 55	
	10	4 20	21 38	141 36	
	12	4 40	20 36	145 39	
		5 0	20 38	146 0	
	13	5 46	21 7	147 44	
	15	6 23	21 46	150 50	
	16	6 34	22 0	151 9	
	19	6 8	19 50	153 59	
	20	7 9	19 8	156 15	
	21	7 38	18 43	158 27	
	23	6 5	16 22	162 32	
	24	6 29	14 19	163 34	
	25	9 30	12 13	164 50	
		9 40	12 13	164 50	
	26	9 0	10 1	166 52	
	28	9 4	9 50	171 26	
	30	9 32	9 50	175 38	
		9 0	9 50	175 38	
Aug.	1	10 4	9 53	179 33	
	2	10 30	10 9	178 58 ö	
	4	10 54	10 22	177 10	
	5	11 14	10 33	175 50	
		10 52	10 35	175 50	
	7	11 17	10 52	172 23	
	8	10 27	11 2	171 15	
	9	10 2	10 56	171 0	
	11	10 38	10 42	167 0	

1767		Abweich	Breite	Länge London	
Aug.	11	11° 0'	10°40's	164°49'ö	C. Byron I. Egmont
	18	8 30	9 58	162 57	
	19	8 30	8 52	160 41	
	20	8 31	7 53	158 56	
		8 20	7 56	158 56	Carteret und Gowers Ins.
	22	7 42	6 24	157 32	
	24	6 25	5 7	155 8	
	26	7 14	4 46	153 17	
		6 30	Westseite von. N. Britann.		
		5 20	5 0	152 19	Cap St. Georg N. Ireland
		4 40	Georgs Canal N. Britann.		
Sept.	16	6 30	2 19	145 31	Admiralitäts Ins.
	19	5 26	1 57	143 28	
		4 40	1 45	143 2	
	20	4 40	1 33	142 22	
	21	4 54	1 20	141 29	
	22	4 30	0 52	139 56	
	23	4 17	0 5	138 56	
	24	3 8	0 5 n	138 41	
	27	2 30	2 13	136 41	
		2 9	2 13	136 41	
		2 0	2 50	136 17	
	30	1 41	4 25	134 37	
Oct.	3	3 9	4 41	132 51	
		3 14	4 41	132 51	
	5	3 10	4 31	132 39	
	6	3 33	4 21	132 45	
	8	3 38	3 53	134 13	
	9	3 11	4 3	134 4	
	12	2 19	4 49	133 42	
	13	2 20	5 12	133 27	
	16	2 34	5 54	133 10	
	27	2 10	6 35	127 56	
		1 45	6 15	127 20	C. S. August Mindanao
		1 20	5 34	126 25	Südl. Ende v. Mindanao
Nov.	6	0 48	5 34	125 40	
		0 49	5 34	125 40	
	7	0 39	5 37	125 23	
	8	0 50	5 30	124 41	
	14	0 6	1 57	122 4	
	26	0 19w	0 4	118 15	
	27	0 12	0 14 s	117 45	
Dec.	7	0 27	3 26	116 45	

1767	Abweich	Breite	Länge London	
Dec.	1°16w	5°30′s	117°53′ö	Celebes
	1 0	5 31	117 17	Celebes
1768				
Mai 29	0 56	5 29	110 23	Java
·	0 30	Madura		
	0 25	Batavia		
Sept. 30	0 51	7 41	101 36	
Oct. 2	2 6	10 37	97 19	
4	3 12	12 13	93 56	
12	3 30	19 50	76 40	
14	6 26	21 47	72 47	
15	8 9	22 53	70 47	
17	9 36	24 23	68 2	
	11 20	24 23	68 2	
18	11 50	25 8	67 21	
19	12 49	25 8	67 8	
20	12 54	24 59	66 35	
	11 48	24 59	66 35	
24	12 54	23 21	64 51	
25	12 39	23 23	63 35	
26	13 42	23 32	62 43	
28	16 10	24 52	60 14	
30	18 18	25 40	56 50	
31	18 24	26 31	54 49	
Nov. 1	20 12	27 5	52 57	
	20 20	27 5	52 57	
3	20 58	27 40	50 55	
	21 23	27 40	50 55	
4	21 15	27 42	50 10	
5	21 9	27 44	49 1	
6	22 38	28 58	46 23	
7	24 40	29 59	43 55	
	24 55	29 59	43 55	
8	25 39	30 12	42 51	
9	25 50	30 19	41 37	
10	25 32	30 37	40 48	
11	25 8	32 2	38 47	
12	25 2	32 39	37 17	
13	25 5	33 21	35 27	
19	22 32	35 17	28 38	
20	22 46	35 42	27 22	
21	22 18	35 46	27 0	
22	22 50	35 4	26 29	
23	21 39	34 57	25 46	
24	21 44	34 52	25 28	
	19 30	34 24	18 30	Cap G.H.

1769	Abweich	Breite	Länge London
Jan. 9	19°20w	30°37′s	13° 8′ö
14	16 19	22 16	4 52
15	16 31	21 4	3 54
18	14 38	17 5	0 10
19	13 46	16 6	1 38w
25	12 30	14 22	7 4
26	11 47	12 54	8 5
27	11 40	11 36	9 25
28	10 46	10 26	10 36
Feb. 2	9 34	6 45	14 42
3	9 4	5 4	15 45
4	9 10	3 26	16 49
5	8 58	2 1	17 34
6	8 32	0 20	18 27
7	8 37	0 58 n	19 24
8	8 25	1 56	20 16
10	7 21	2 39	28 58
15	4 35	6 38	32 40
16	6 9	8 3	24 18
19	6 48	12 6	24 34
21	6 12	14 39	27 15
26	6 0	23 54	28 15
März 3	13 26	32 33	23 35
4	13 43	34 2	22 32
5	14 53	35 30	21 56
6	15 15	36 46	21 23
	14 58	36 46	21 23
	13 36	Zwischen Tercera und Miguel	
28	16 45	39 9	19 2

XXX. Abweichungs- und Neigungsbeobachtungen auf einer Reise nach und von Canton in den Jahren 1766 und 1767, angestellt von C. G. *Ekeberg.*

1766	Breite	Länge Teneriffa	Abweich	Neigung
Jan. 16	62°40′n	6°34′ö	24°30w	81°15′n
Apr. 7	7 45	2 32w	7 45	42 15
15	0 49s	4 11	6 11	30 0
Mai 2	19 37	11 16	1 48 ö	7 15s
24	32 12	22 27 ö	14 0w	41 35
Juni 6	33 25	52 40	26 30	50 0
10	35 37	60 52	27 30	54 15
20	35 32	87 53	21 15	62 30
30	30 11	115 30		55 30

1766	Breite	Länge Teneriffa	Abweich	Neigung
Juli 4	27° 30′ s	119° 29′ ö	8° 15 w	54° 0′ s
9	19 34	126 27	4 0	53 0
1767				
März 31	29 29	56 20	24 10	55 0
Apr. 2	30 30	53 16	25 0	55 30
4	32 44	46 0	24 0	51 0
23	33 17	32 14	18 0	47 0
28	29 20	27 23		40 30
Mai 1	26 52	26 42		36 0
3	24 26	24 45		29 30
6	20 12	19 11	13 30	19 30
8	17 22	16 13	12 15	10 0
17	15 40	10 15	11 0	4 20
18	14 26	9 0	10 30	2 50
19	13 35	8 10		0 50
20	12 29	7 8	9 5	1 0 n
21	11 14	6 0		2 30
22	9 46	4 39	8 10	7 0
23	8 23	3 27		10 0
25	7 49	3 0	7 15	13 30
27	6 17	0 46	6 50	17 0
28	4 51	0 33 w		20 0
29	3 41	2 52		23 15
31	1 33	5 22		25 0
Juni 1	0 4 n	6 42		32 0
2	2 30	7 41		37 30
3	4 35	8 29		39 30
5	6 4	8 46		40 45
7	7 11	9 4	4 23	41 37
12	8 23	9 20		42 0
16	10 44	11 2	5 45	45 30
17	12 5	12 19		48 0
18	13 44	13 30		51 0
19	15 22	14 54		53 0
20	17 7	16 10	5 49	55 30
21	19 3	17 13		57 0
22	21 7	18 21		59 0
23	23 7	19 26		60 30
24	24 58	20 27		62 30
25	26 50	20 22		63 45
26	28 56	20 8		64 45
27	30 34	19 34		67 30
28	32 46	19 43		68 45
29	34 45	20 7		69 15
30	35 57	20 0	11 15	70 0
Juli 4	35 53	18 38		70 45
6	36 54	18 46		71 30
7	38 33	12 56	12 22	73 30

1767	Breite	Länge Teneriffa	Abweich	Neigung
Juli 10	auf Fayals Rhede		° ′	72° 0′ n
22	40° 33′ n	11° 22		72 30
28	47 10	0 55		73 0

XXXI. Beobachtungen der magnetischen Abweichung und Neigung auf einer Seereise von Götheborg nach Canton und zurück in den Jahren 1770 — 1771 von *C. G. Ekeberg.*

1770	Breite	Länge Teneriffa	Abweich	Neigung
Jan. 7	60° 6′ n	16° 40′ ö	27° 12 w	75° 7′ n
11	59 37	8 24		75 45
17	57 45	1 57		76 0
Feb. 13	57 58	22 50		73 52½
15	Svinörs Hafen, Norwegen			74 22½
März 15	49 52	2 5 w	22 30	73 45
24	30 0	0 50	Palma	64 52½
25	26 58	1 10		62 30
27	23 12	1 21		60 0
28	20 23	2 43		57 30
29	17 55	3 29	11 23	54 30
30	14 54	3 29	9 29	50 40
31	11 38	3 13	9 0	46 15
Apr. 1	8 40	3 13	8 50	39 30
2	6 37	2 56	8 20	35 0
3	5 33	2 47	8 12	34 30
4	3 23	2 41	7 50	32 30
5	2 32	2 31		31 45
8	1 37	2 50	7 26	30 30
9	0 36	3 23	6 30	30 32½
11	0 4	3 23	6 0	30 0
15	2 10 s	3 29		24 0
18	5 8	6 35		17 45
19	7 11	7 41	3 20	13 30
20	8 52	8 36	1 54	9 45
	9 54	9 0	1 51	8 0
21	11 10	9 34		5 0
	12 21	9 48		1 45
22	13 19	9 54		0 0
	14 0	10 11		0 30 s
	14 33	10 10		2 0
23	15 55	10 10	0 18	5 30
	17 0	10 8		6 30
24	18 10	9 59	0 35	8 45

1770	Breite	Länge Teneriffa	Abweich	Neigung
Apr. 25	19°10′s	9 49w	0°55′ö	11°30′s
26	21 3	8 50	0 12	15 30
	Martin Vas Ins.			
28	23 40	5 52	0 25w	21 30
19	26 20	3 14	1 0	24 30
Mai 3	27 52	1 23 ö	3 29	26 0
4	29 32	1 34		28 0
5	30 46	2 18	3 30	30 30
8	33 38	4 0	3 20	31 30
9	33 37	6 15	4 45	32 52½
10	33 47	9 28	5 0	34 30
13	34 3	16 19	7 45	36 0
14	33 56	17 43	10 0	37 0
15	33 55	20 11	10 45	37 20
17	34 6	22 10	11 15	38 0
22	31 1	26 0	16 15	38 30
23	33 15	26 15	16 35	39 7½
24	33 47	27 19	16 35	40 10
25	34 16	29 35	17 45	41 30
Juni 20	34 8	35 15	19 10	44 22½
21	Vor Anker in Simons			44 22½
22	Bay, Cap G. H.			44 30
	35 40	38 15	NadelC.	45 0
23	36 6	41 15	20 35	47 37½
24	36 28	44 15		50 7½
25	36 13	49 0		50 45
26	35 53	52 57		51 30
27	35 35	56 39		53 45
28	35 18	60 51		55 15
29	35 15	64 22	26 0	57 0
30	35 17	66 5		58 30
Juli 1	35 15	67 19		60 7½
2	35 15	67 58		60 52½
3	35 37	70 30		62 15
4	36 18	74 30		62 30
5	36 10	77 56		62 37½
6	36 10	80 8		62 45
7	35 54	81 39		62 37½
8	35 55	84 35		62 45
9	35 18	86 31	20 46	62 37½
11	34 58	88 56		62 30
13	34 43	88 31	18 0	62 7½
14	35 10	90 59		62 0
15	35 4	93 51		62 0
16	34 55	96 21		61 30
17	34 12	99 57		60 0
19	32 30	105 53	10 55	59 52½
20	31 1	108 22		59 7½
21	30 35	109 6		58 52½

1770	Breite	Länge Teneriffa	Abweich	Neigung
Juli 22	30°12′s	110°41′ö	9°30w	58°15′s
23	28 45	112 53	8 50	57 15
24	27 11	114 49	7 39	56 15
25	25 30	117 9		54 7½
26	24 1	118 32	6 20	52 15
27	22 31	119 13	5 45	50 0
28	21 27	121 11	4 30	48 30
29	19 20	123 5	3 45	46 30
30	16 37	124 5	3 45	43 52½
31	14 12	124 52	3 30	40 0
Aug. 1	11 30	124 52	3 0	37 45
2	8 46	123 30	2 15	32 15
4	7 42	122 45	2 30	31 52½
6	6 36	121 20	SundaStr	27 30
13	5 0	122 7	2 0	26 30
	Die 2. Gebrüder			
19	2 8	121 0	2 0	21 45
	Zwischen Banca und Sumatra			
20	1 8	121 20	7 Inseln	18 45
21	0 0	121 44	1 50	16 52½
23	3 15 n	121 0	1 45	13 37½
24	5 0	122 45		8 7½
25	6 58	124 0		6 30
26	8 53	125 27		3 22½
27	10 15	126 33		1 7n
28	12 30	128 54	2 0	6 52½
29	14 26	130 44		8 52½
30	15 54	130 50		13 0
31	17 57	130 47		16 52½
Sept. 1	20 20	130 30	2 0	21 7½
4	22 15	129 45	Linting I	24 0
20	23 30	129 20		26 0
Oct. 15	Vampoe, Hafen			26 7½
20	bey Canton		2 0	26 7½
Nov. 15	23 0	129 30		26 0
	Bocca Tigris			
19	22 10	129 32	Macao	23 17½
26	8 54	125 0		1 22s
28	5 18	121 25		7 37½
31	1 0	121 15		17 7½
1771				
Jan. 4	3 30s	122 7	Lucepar.	23 37½
15	5 45	121 25	Nord-ins	26 45
17	7 30	120 26	SundaStr	31 37½
19	8 13	120 18		31 37½
22	9 2	120 0		32 45
29	11 39	119 22		34 22½
Feb. 1	13 56	117 21	2 0	35 15

1771		Breite	Länge Teneriffa	Abweich	Neigung
Feb.	2	15° 16′ s	115° 42′ ö		36° 7½ s
	3	16 38	113 30	2 30	39 45
	4	18 6	110 56		42 22½
	5	19 8	107 56		45 15
	6	20 6	105 28	3 48	46 45
	7	20 52	103 8		47 37½
	8	21 46	100 52	4 0	49 45
	9	22 32	98 10		50 45
	10	23 13	95 15		52 37½
	11	23 57	92 37		54 7½
	12	24 6	91 30		54 47½
	13	24 23	90 0	8 45	55 7½
	14	24 50	87 12		56 22½
	15	25 8	87 30		57 7½
	16	25 33	81 50		58 17½
	17	26 20	78 17	15 0	59 52½
	18	26 51	75 7		59 45
	19	27 24	72 47	17 30	58 15
	20	27 57	70 17	20 0	58 15
	21	28 26	68 7	21 30	58 30
	22	28 51	66 17	22 20	56 45
	23	29 24	64 33	22 40	56 45
	24	30 3	62 28	24 0	57 0
	25	30 38	60 30	25 30	56 30
	26	31 18	58 46	25 30	56 22½
	27	31 57	56 40	25 45	54 37½
	28	32 26	54 24		53 52½
März	1	32 52	52 31		52 52½
	2	33 34	50 0		52 7½
	3	34 26	47 58	25 30	50 30
	4	34 42	46 33	25 0	49 15
	5	34 53	43 27	24 30	48 15
	6	35 43	41 39	23 0	47 22½
	7	35 15	38 39	20 15	45 30
		Nadel-Cap			
	8	34 14	33 11	19 20	43 37½
	9	32 57	31 9		41 30
	10	31 20	29 9		40 7½
	11	29 54	27 24	17 20	37 52½
	12	28 8	25 18		34 42½
	13	26 11	23 0		31 22½
	14	24 39	21 23		28 0
	15	23 16	20 0		26 37½
	16	21 57	18 41	13 45	23 30
	17	22 22	17 13		20 0
	18	18 23	15 37		17 7½
	19	16 30	14 0	12 30	13 0
		S. Helene Ins.			
	25	12 9	6 0		1 45 n

1771		Breite	Länge Teneriffa	Abweich	Neigung
März	26	10° 20′ s	4° 38′ ö	° ′	5° 17′ n
	27	8 40	3 0		9 37½
	28	8 13	2 5		12 52½
		Ascension			
	29	6 39	1 34		16 30
	31	4 16	1 19 w		23 7½
Apr.	1	2 52	2 56		27 0
	2	1 31	4 2		29 15

XXXII. Abweichungs- und Neigungsbeobachtungen auf einer Seereise nach und von Canton in China, angestellt von *C. G. Ekeberg* in den Jahren 1774 und 1775.

1774		Breite	Länge Teneriffa	Abweich	Neigung
Jan.	21	57° 15′ n	18° 49′ ö	° ′	74° 41 n
	25	59 39	8 48		76 48¾
	29	57 8	1 29 w	20 24	76 17½
	31	54 0	4 42		74 41¼
Feb.	8	52 24	2 8		73 30
	9	50 16	1 30	19 30	72 45
	10	48 30	0 5		72 15
	12	44 30	2 6 ö		71 21
	18	41 15	1 4		69 37½
	22	37 55	0 53		68 3¾
	24	35 41	1 6		67 11¼
	26	33 1	0 14		66 22½
	27	30 0	0 30 w		65 3¾
	28	27 36	1 47		62 11¼
März	1	24 25	2 26		60 11¾
	2	21 24	2 54		57 52½
	3	18 34	3 8		55 7½
	4	16 40	3 17		53 0
	5	15 0	3 17		49 56¼
	6	13 1	3 9		46 52½
	7	10 38	2 59	10 58	44 45
	8	8 18	2 49		39 41¼
	9	5 55	2 38		34 30
	10	3 49	2 29		30 48¾
	11	2 22	2 23		29 26¼
	12	1 54	2 20		27 56
	14	1 4	2 21		27 0
	15	0 49	2 15	8 51	26 52½
	18	1 9 s	2 35	8 56	25 18¾

1774	Breite	Länge Teneriffa	Abweich	Neigung
März 19	2°40′ s	2°59 w	8°36 w	22°30′ n
20	5 3	3 57	7 45	16 28
21	7 18	4 3	6 6	13 35
22	9 52	4 3	4 56	7 49
23	12 2	4 0		3 54
	12 19	4 19		2 49
24	13 2	4 30	4 15	2 3
	13 21	4 37		0 5 s
	13 57	4 41	3 10	0 44
	14 29	4 44		2 12½
25	16 33	4 52	2 45	4 18
26	18 17	4 22	2 30	8 43
27	19 36	3 20	2 27	10 34
28	20 8	2 59	2 30	12 37½
29	20 30	3 0		14 15
30	21 15	2 42	2 0	16 30
31	22 11	1 32	2 9	17 52½
Apr. 1	23 35	0 23 o		21 10
2	23 3	0 23	2 50	22 26¼
3	23 41	0 39	3 15	23 30
4	26 13	1 29	4 5	25 0
5	27 10	3 15		26 0
6	27 32	4 35		26 45
7	28 46	7 15	5 55	27 30
8	30 20	10 27	7 49	29 41
9	31 36	13 37		32 45
10	32 33	16 11	8 24	35 15
11	33 7	18 31	9 0	37 15
12	33 7	19 28		37 52½
13	33 36	20 1		37 52½
14	34 9	22 37	12 33	39 0
15	34 16	23 58		39 50
19	34 52	26 3	13 40	40 22½
20	34 49	28 30	14 58	41 0
21	34 36	30 0	16 6	41 30
22	34 36	32 18		42 26½
23	34 35	34 12	19 0	43 30
24	34 12	35 18	19 58	44 4
27	34 12	36 13	21 39	44 22½
	Taffelgebirg			
Mai 3	34 8	35 15		44 29
	Simons Bay			
12	34 8	35 15		44 28
17	36 54	42 36	24 23	50 30
18	37 4	44 52		52 30
20	36 44	49 42		54 0
22	36 39	56 10	26 58	55 11¼
23	36 44	58 39		59 22½
25	36 22	64 39	27 30	61 26¼

1774	Breite	Länge Teneriffa	Abweich	Neigung
Mai 28	36°45′ s	73°48′ o	26°15 w	62°49′ s
31	36 52	83 20	21 50	62 30
Juni 2	35 30	89 0		62 30
3	35 13	91 14	17 16	61 48½
11	34 39	95 29	14 15	61 37½
15	35 25	101 3	13 55	60 33¼
17	34 39	105 33	13 15	59 52½
19	32 45	108 47		57 52½
21	29 37	114 8	9 26	56 0
23	25 37	119 8	8 35	54 30
24	23 32	120 50	6 50	52 52
25	21 42	122 18		47 52½
26	19 47	122 0	5 20	44 52
27	17 6	123 7		42 7½
28	14 33	124 1		38 56
29	11 56	124 41		36 0
30	9 23	125 1	5 0	32 52½
	Java			
Juli 2	8 49	127 31	2 43	31 2
3	8 41	124 34	2 30	30 34
4	8 27	125 0	2 0	29 57½
5	7 59	121 57		29 26
6	7 37	120 58		28 30
7	6 30	120 25		28 0
	Sunda Str.			
11	5 59	121 36		26 56¼
	Bantam			
22	2 20	121 36		21 37½
	Palimbang			
26	3 30 n	121 10		10 3¼
28	7 42	124 15		2 2
29	9 24	125 15		0 4
	10 0	125 51		0 52 n
	Schuhinsel			
30	11 27	126 40		4 37½
31	14 1	128 50		9 15
Aug. 1	18 3	128 0		12 30
3	19 34	127 0		19 52
8	23 30	129 30		26 8
	Wampoe			
	23 30	129 30		26 11
1775				
Jan. 20	5 45 s	121 25		26 49 s
	Nordinsel			
25	6 28	120 30		28 0
	Princes Insel			
31	6 42	121 21		31 45
Feb. 5	9 24	119 0		32 52

1775		Breite	Länge Teneriffa	Abweich	Neigung
Feb,	7	11° 0′ s	118° 37′ ö	° ′ w	54° 37½ s
	9	14 6	116 50		39 15
	11	17 19	112 42		41 30
	13	20 34	107 10	4 3	46 3
	15	22 8	102 0	5 30	50 41¼
	18	24 17	91 20	6 42	54 52½
	22	26 2	82 50	14 9	57 45
	24	27 24	76 15		59 45
	27	28 58	67 30	22 39	58 30
März	1	30 48	61 35	24 24	57 34
	3	32 34	56 12	25 52	55 0
	7	33 0	49 4	26 43	52 52½
	9	34 39	46 8	25 48	49 52
	11	34 29	44 37		48 22½
	13	35 48	41 9	24 0	46 52½
	15	35 15	41 39	22 51	46 56
	19	35 16	40 17	22 26	45 15
		Nadel-Cap			
	21	32 51	30 30	19 34	42 0
	23	30 18	26 50	18 26	40 45
	26	26 37	22 53	16 19	31 32
	28	22 18	18 27		24 30
	31	16 8	12 58	13 27	14 19
Apr.	6	15 35	10 3		9 52½
	7	14 43	9 16	13 31	6 56
	8	13 54	8 27	12 47	4 49
	9	12 32	7 20	12 20	3 21
	10	11 42	6 10	12 0	0 9 n
	11	10 21	4 47	11 24	4 56½
	12	8 50	3 45	11 0	12 41
		Ascension			
	15	7 6	2 5		15 52½
	19	2 4	2 57	9 34	22 37½
	23	2 14 n	5 32	7 30	26 52½
	25	4 28	6 50		31 52½
	27	6 43	8 36	5 20	38 22½
	30	10 43	12 46	5 0	45 45
Mai	3	16 10	15 50	4 40	49 45
	6	22 51	18 54	5 24	59 30
	9	26 11	18 36	5 0	61 15
	11	27 47	17 45	7 0	63 22½
	12	30 16	17 3		64 34
	14	34 57	15 56		66 52½
	16	39 24	14 36	12 31	68 49
	18	44 10	9 52	14 0	70 49
	20	46 7	4 29		72 15
	23	48 48	5 21 ö	21 30	72 18¾
	26	49 17	11 57	22 30	72 11½
	30	50 30	15 15	Wight I.	71 52½

XXXIII. Beobachtungen der Abweichung und Neigung auf dem Schiffe *Endeavour*, angestellt von *J. Cook* 1768—1771.

1768		Abweich	Breite	Länge Greenw.	
Aug.	8	23° 0 w	Der Canal		
Sept.	5	18 42	Finisterre		
	6	21 40	42 1	9 50 w	
	7	21 4	40 29	10 11	
	9	19 50	37 4	11 34	
		21 19	36 46	11 58	
	10	20 39	35 40	13 4	
		18 32	34 58	13 50	
	11	17 27	34 20	14 20	
		15 30	32 33½	16 49	Funchal
	20	16 30	Funchal N. 76° ö 19 leagues		
	22	17 50	Salvages S. 9-10 leagues		
	23	17 30	} 29 40	15 30	
		17 0			
		17 15			
		18 30	} 29 7	15 50	
		16 30			
	24	16 43	} Pico Teneriffa		
		15 46	N. 18° ö, 140 leagues		
		14 58	26 50	17 12	
	25	15 1	25 20	18 50	
	28	12 46	20 56	20 40	
		12 43	19 33	20 50	
	29	12 33	18 38	21 0	
Oct	1	10 37	15 40	22 0	
		10 50	14 35	22 8	
	3	8 49	12 24	22 22	
	5	6 10	11 53	22 0	
	6	8 52	9 45	22 20	
	8	9 0	9 42	22 19	
		8 0	8 46	22 4	
	9	8 21½	8 12	22 4	
		7 48	8 6	22 13	
	10	8 39	7 48	22 13	
	13	8 54	7 13	22 33	
	16	8 40	6 50	23 46	
	21	4 2	3 4	26 30	
	22	3 17	2 0	27 55	
	25	2 24½	0 55	28 55	
	27	2 48	2 3 s	31 0	
	29	2 25	3 59	32 30	
	30	1 31	5 46	32 48	
	31	0 15	7 30	33 4	

1768		Abweich	Breite	Länge Greenw.
Nov.	1	0°58w 0 18	9°22's	33 16w
	2	0 34 8	10 3	33 0
	3	0 47	12 27	33 0
	4	1 23	15 25	33 40
	7	4 41	18 30	36 10
	8	5 26	20 4	37 18
		7 52	21 16	37 50
	12	6 40	Cap Frio W.N.W. 12 leagu.	
	13	7 34	Mündung von Rio de Janeiro W.N.W. 5 leagues	
Dec.	12	8 40	25 44	41 4
		8 23	26 0	41 20
	13	8 23	26 34	41 53
	16	9 36	30 20	41 49
	18	11 3	32 30	42 48
	19	11 3	32 54	43 38
	20	13 34	34 34	45 38
	22	15 1	36 50	48 32
		16 1	37 8	49 1
	23	15 45	37 8	49 0
		15 30	36 46	49 2
	29	16 22	41 40	56 25
	31	18 36	42 40	60 25
1769				
Jan.	5	20 4½	48 42	60 51
	9	22 24	51 30	63 30
	10	21 57	52 40	65 20
	11	23 30	54 0	67 30
		23 30	10 leag. v. Terra del Fuego	
	21	24 9	Le Maires Strasse	
	22	25 4	56 7	65 45
	24	21 0	55 40	Cap Horn a)
	25	21 16	55 40	Cap Horn S.W.
	28	22 0	57 0	69 0
	30	27 9	60 10	74 26 b)
Feb.	1	24 53	59 23	76 45
	3	24 4	58 30	80 58
	13	17 0	49 13	89 36
	15	12 0	48 56	91 27
		11 0	48 10	92 0
	21	6 30	44 39	103 0
	23	5 34	39 43	105 52
	27	2 20½	39 43	110 26
März	4	2 26	36 49	111 54
	8	3 13	37 8	116 8
	9	4 41	37 24	117 41
	10	1 42	35 30	119 30

1769		Abweich	Breite	Länge Greenw.
März	11	4°12'6	34° 0's	121° 0w
	12	4 23	32 40	123 0
	13	3 20	31 20	124 40
		3 0	30 56	125 20
	15	3 45	30 30	126 0
		3 22	29 36	126 50
	16	1 50	29 32	126 48
		2 18	29 28	127 4
	17	3 27	29 10	127 16
	19	3 14	27 20	129 20
	21	3 21⅓	25 21	129 28
	22	3 10	25 21	129 32
	28	3 56	21 14	127 38
	29	2 27	20 29	127 44
	31	2 25	19 30	129 10
Apr.	1	2 32	19 7	131 40
	4	2 54	18 46	138 0
	4	2 54	18 36	139 10
	5	3 30	18 36	139 40
	8	6 32	17 48	143 50
	9	4 54	17 39	145 30
	10	5 41	17 42	146 16
	11	6 30	18 0	147 59
Aug.		4 45½	17 29	149 30c)
	10	5 50	17 15	151 41
	13	5 40	21 20	151 15
	15	5 37	22 8	150 55
		6 7	23 37	150 37
	18	8 8	26 10	149 46
		7 58	26 30	149 46
	23	7 30	30 43	148 0
	24	7 18	32 40	147 14
	27	6 40	33 8	147 25
	30	7 9	38 3	147 6
Sept.	5	7 0	38 29	145 32
	13	8 8	33 0	153 0
	19	8 36	29 0	159 42
		8 29	29 0	159 25
	25	10 48	33 30	163 40
Oct.	3	13 22	36 50	173 48
	4	12 48	37 6	174 46
	6	12 59	38 33	179 0
		14 2	39 0	180 0
	7	15 4⅓	39 11	180 30
	15	14 10	39 37	182 30
	17	10 22	40 0	182 0
Nov.	9	11 9	36 48	184 12
	25	12 40	35 50	185 15d)
	26	13 10	35 15	185 15

1769		Abweich		Breite		Länge Greenw.	
Nov.	28	11°	45′ö	35°	0′s	185°	30w
Dec.	8	12	51	34	42	185	30
	10	12	40	34	40	186	15
	11	12	20	34	40	186	45
	25	11	25	34	0	188	0
1770							
Jan.	6	12	26	35	8	188	0
	12	15	0	38	12	185	3
		14	15	39	0	185	3
	14	13	0	39	40	185	3
	15	13	5	40	30	186	0
Feb.	[illegible]	14	0	41	0	183	0
	2	14	0	41	20	184	0
	[illegible]	15	4	42	8	184	15
	17	14	24	44	0	186	30
	18	15	36	45	0	186	15
März	1	16	34	47	34	187	30
	4	16	16	46	30	189	0
	7	15	20	46	54	191	0
		15	56	47	0	191	0
	9	16	29	47	12	191	30
	15	15	2	45	0	192	30
	16	13	48	44	27	191	15
	25	12	20	40	30	186	0
Apr.	7	13	50	37	15	196	40
	8	13	56	37	40	197	40
	10	11	22½	38	45	202	23
	13	12	25	39	15	203	40
		12	29	39	23	204	0
	14	11	28	39	24	204	4
		11	30	39	23	204	15
	20	10	40	37	0	210	0
	21	10	42	36	35	210	0
	22	9	50	35	35	209	23
	24	7	41	35	35	209	0
	25	9	15	35	18	209	11
		9	21½	34	0	208	50
	26	8	48	34	18	208	49
Mai	7	8	0	33	50	208	37
		7	56	33	22	208	20
	8	8	25	33	22	208	20
	10	8	0	33	13	207	20
	11	9	10	32	40	206	36
	18	8	40	26	20	206	46
	19	8	36	25	34	206	45
		8	21½	25	24	206	38
	20	8	45	25	12	206	38
	22	8	3	24	34	207	40

1770		Abweich		Breite		Länge Greenw.	
Mai	22	7°	50′ö	24°	25′s	208°	0w
	26	7	28	23	24	209	10
Juni	3	6	57	20	20	211	20
	5	5	35	19	18	212	30
	6	5	31	19	4	212	50
	7	5	25	19	0	213	15
		5	0	18	52	213	35
	9	4	53	16	59	213	55
Aug.	23	2	54	10	36	219	8
	27	2	30	10	3	220	45
	28	2	51	9	51	221	5
Sept.	2	2	34	7	39	222	40
	3	2	4	7	2	222	30
	4	2	30	6	18	222	10
	9	0	9w	9	36	232	13
	10	0	2	9	50	232	57
	13	1	18½	9	40	235	45
	14	2	4	9	50	235	45
	17	1	49	10	8	236	0
	24	2	44	11	10	241	30
	27	3	10	11	10	246	50
1771							
Jan.	27	2	51	10	0	256	32
Feb.	3	2	56	15	52	264	36
	7	3	24	18	34	274	50
	14	4	10	21	56	287	10
	17	10	20	23	20	297	18
	20	12	15	24	57	304	31
	23	17	30	26	59	311	28
	25	24	20	27	55	314	0
		24	0	28	40	316	0
	26	26	10	28	54	316	30
März	4	25	35	31	8	326	30
	8	28	19	34	20	333	0
	10	24	0	35	40	337	10
	12	22	30	34	54	339	0
		20	30	Tafel Bay, Cap			
Apr.	23	17	40	27	12	349	30
		18	37	26	34	350	32
	24	17	0	26	12	350	46
		17	30	25	26	351	16
	28	14	0	19	50	357	0
	29	13	53	18	30	359	6
Mai	5	13	10	15	25	7	0
	7	12	50	12	30	9	45
	9	11	0	10	24	10	0
	13	10	0	3	18	17	46
	19	7	40	4	20n	21	25

1771		Abweich	Breite	Länge Greenw.
Mai	25	9°40w	7°40'n	26° 0w
	26	6 30	10 38	29 22
	31	5 9	18 25	35 30
Juni	1	6 40	20 0	36 30
	2	5 4	21 4	38 0
	4	4 30	23 30	40 0
	6	5 34½	25 40	43 18
	7	5 20	27 22	43 43
	8	5 24	28 30	43 42
	9	7 17	29 51	44 9
	10	9 9	30 26	44 15
	12	7 0	32 16	45 14
	12	6 55	32 40	45 0
	13	8 23	33 16	44 53
	13	8 14½	33 53	44 25
	14	8 14	34 36	44 25
	17	9 1	38 26	40 20
	18	14 15½	39 12	39 0
	18	14 24	39 22	38 0
	30	18 30	43 55	17 16
	30	19 30	44 30	16 18
Juli	1	23 0	44 40	15 44
	1	22 50	44 50	16 10
	3	20 36	45 0	13 0
	4	21 25½	45 30	10 45
	4	21 10	45 20	9 37
	7	22 30	45 45	8 38

1768		Neigung	Breite	Länge	
Sept.	13	77° 18'n	Funchal Bay		
Oct.	25	27 0	0° 0'	30°18w	
1769					
Jan.	10	63 0s	52 54s	63 10	
	20	68 51	Auf dem Lande	GoodSuccefsBay, Straſse le Maire	
	24	65 0	AmBord		
	30	65 17	60 4	74 10	
März	3	65 52	36 49	111 54	
	13	64 25	30 46	125 28	
Apr.	5	30 0	18 25	140 51	
Mai	30	30 43	17 29¼	149 34½	Otaheite
1770					
Jan.	19	54 40	41 5	184 35	Charl. S.
Mai	1	67 1	34 0	208 37	Botan. B.

1770		Neigung	Breite	Länge	
Juli	18	36° 0's	15°26's	214°48w	Endeavour River

a) Cook bemerkt, daſs die Beobachtungen mit Fleiſs angestellt waren; folglich muſs das Land auf die Nadel gewirkt haben.

b) Eine gute Beobachtung, Mittel aus vielen Azimuthen; die See war ruhig.

c) Beobachtung auf dem Lande im Fort Venus Otaheite, mit 4 Compaſsen auf einer Mittagslinie angestellt.

d) Auf dem Lande in Mercury Bay, New-Zeeland.

XXXIV. Beobachtungen der Abweichung und Neigung auf *Cooks* zweiter Reise angestellt von *Wales* und *Bayley* auf den Schiffen *Resolution* und *Adventure* in den Jahren 1772—1775.

A) *Bayley* auf der *Resolution*

1772		Abweich	Breite	Länge Greenw.	
Jun.		21°29w	50°21'n	4°16w	Drakes I.
	26	19 47	Dungeneſs W. ½ N. 2-3 leag.		
	30	23 47	Portland N. ¼ O. 15 M.		
		22 12	Start N. W. g. N. ¾ W. 6-7 l.		
Juli		24 51	Start N. W. ¼ W. und Berry Head N. N. O.		
	21	23 58	43 30	9 18	
		20 45	43 42	9 18	
	23	22 45	41 44	10 42	
	27	20 23	33 27	15 37	
Aug.	3	15 50	29 5	17 40	
	4	14 58½	28 19	18 40	
	6	13 11	24 41	19 20	
	7	14 59¾	23 31	19 30	
	9	12 2	19 33	20 45	
		10 44	15 45	23 18	
		10 59	15 44	23 20	
	18	9 6	11 11	21 22	
	27	13 28	4 2	11 36	

1772	Abweich	Breite	Länge Greenw.
Aug. 28	13°59w	3°38'n	10° 6w
	14 13	3 18	9 23
30	14 57½	2 34	7 3
31	15 52	2 12½	5 41
Sept. 3	14 14½	0 51	8 40
4	15 11½	0 45	9 15
	14 43	0 44	9 17
7	14 15	0 10s	8 35
10	12 32	2 53	11 55
11	11 42	3 18	12 21
12	12 23	4 21	13 0
	12 26	4 56½	14 7
13	9 53	5 24	14 32
16	7 35	9 50	18 0
20	5 7	16 1	20 23
	4 3	16 3	20 24
21	3 49	18 26	21 15
	3 43	19 2	21 46
23	3 16	20 28	22 7
25	2 14	24 6	23 32
26	1 35	24 25	23 51
	0 59	24 40	23 51
27	1 40	24 52	23 51
	1 11	25 12	23 31
28	2 36	26 46	20 36
30	3 15	27 20	18 36
Oct. 5	6 13	28 59	11 30
10	8 30½	34 30	8 8
11	8 30	34 47	6 48
12	8 31	34 52	6 24
17	14 9½	35 0	4 40 ö
19	15 16	34 24	7 40
20	16 56	34 57	7 55
	14 59	35 19	7 35
21	15 56	35 52	7 36
26	20 57	34 25	14 50
	21 26½	33 40	15 10
27	21 34	33 41	15 38
28	21 30	33 45	15 42
Nov. 13-14	20 26½	Cap g. Hoffnung	
27	19 31	40 20	16 27
Dec. 4	16 18	46 42	18 10
6	18 15	48 48	18 16
9	16 29	50 42	21 8
16	22 9	55 8	23 44
17	21 9	55 8	24 17
19	22 25	54 15	25 56
21	21 47	54 40	29 45

1772	Abweich	Breite	Länge Greenw.
Dec. 22	23°56w	55°17's	31°58w
26	19 37	58 33	26 24
	19 14	58 33	26 20
1773			
Jan. 2	12 16	58 51	10 43 ö
	12 48	58 50	10 33
	11 55	58 50	10 32
7	28 19	61 9	31 42
	28 53	61 10	31 47
8	29 42	61 30	34 40
10	24 10	62 46	37 26
11	23 49	64 12	38 22
14	28 11	63 53	39 20
16	27 11	64 55	39 10
21	31 40	62 28	42 6
22	33 1	60 27	45 12
24	34 52	57 49	49 52
27	32 6	56 6½	51 35
28	33 4	53 49	52 31
31	30 49	50 13	57 30
Feb. 2	27 32	49 7	60 24
	32 30	48 48	61 20
4	30 31	49 38	59 24
5	30 57	48 34	59 6
6	32 24	48 8	60 25
7	31 8	49 9	63 8
9	27 33	49 50	65 10
12	32 33	53 6	71 25
	33 58	53 32	72 57
14	36 12	55 41	74 50
15	38 9	57 5	80 11
17	40 40	57 54	83 23
18	38 49	58 2	84 42
	37 8	58 5	84 48
19	41 51	58 49	91 2
20	40 31	58 46	91 58½
	35 37	58 55	92 45
21	40 59	59 19	93 55
25	43 7	60 50	96 10
	41 4	60 58	97 26
März 3	39 15½	60 12	110 52
6	32 11	59 56	119 7
7	30 10	59 44	121 18
8	27 18½	59 44	121 20
10	12 56	57 22	130 2
11	9 30	58 55	131 38
13	9 6	58 44	133 5[illegible]
15	1 42	58 52	142 24

1773	Abweich	Breite	Länge Greenw.	
März 16	0°27'ö	58°53's	143°55'ö	
18	14 44	56 5	150 10	
20	13 46	52 48	154 56	
22	13 59	49 28	159 38	
23	13 7	47 29	161 54	
24	11 47	46 23	163 55	
Apr. 17-18	13 49	45 27½	166 18	Dusky B.
Mai	13 31	41 6	Charlottes Sund	
Juni 14	11 43	46 41	185 50	
15	11 16	46 52	186 4	
22	9 3	44 37	196 30	
23	11 21	44 37	197 53	
28	7 55	42 39	198 42	
29	7 40	43 5	199 40	
	8 45	43 5½	199 45	
Juli 1	6 55	43 7½	201 58	
	6 59½	43 2½	203 8	
2	5 59	43 2	203 20	
	7 10½	43 14	204 23	
3	8 13	43 23	204 58	
9	2 47½	43 27	215 20	
10	4 5	43 33	217 50	
11	5 35½	43 32	218 30	
	5 35	43 18	219 26	
12	5 4	43 14	219 57	
17	6 16	38 5	226 32	
18	5 5	37 49	226 46	
19	5 33	36 25	227 5	
	6 5	35 35	226 57	
21	4 51	31 18	225 40	
22	5 21	30 48	225 31	
	5 34	29 34	225 6	
26	5 25	28 43	224 41	
	4 59	28 1	224 55	
27	6 18	27 43	224 41	
Aug. 1	5 16	23 25	226 3	
2	4 26	22 22	226 15	
3	5 1	22 0	226 16	
4	5 10	21 12	226 30	
10	6 30	17 17	218 15	
12	6 45	17 16	215 24	
14	7 24	17 42	211 50	
24	5 54	17 29	210 40	
29	5 40	17 29½	210 39	Point ♀ Otaheite
Sept. 5	4 51	16 45	208 53	
18	8 26	17 34	206 10	
19	8 27	17 47	205 20	

1773	Abweich	Breite	Länge Greenw.	
Sept. 21	9°12'ö	18°29's	205°47'ö	
	8 16	18 56	203 15	
26	11 42	20 36	194 36	
27	9 44	20 58	192 5	
29	10 43	21 27	189 38	
Oct. 3	10 28	21 4	185 4	
7	10 44	21 10	185 2	
	11 35	21 56	184 45	
8	9 51	22 7	184 40	
13	10 39	28 27	180 13	
14	11 34	29 47	179 56	
15	10 52	30 36	179 57	
	10 57	31 17	179 56	
16	11 16	32 0	179 55	
17	10 33	32 52	179 56	
	11 0	33 24	180 12	
20	15 12	38 54	179 12	
Nov. 15	13 40	38 21	178 34	Tolaga B.
24	13 52	41 6	174 26	Königin Charlottes Sund, N. Zeel.
27	12 54	44 3	176 5	
28	13 56	44 28	176 45	
Dec. 4	17 51½	50 5	179 59	
5	18 16½	50 19	179 44	
7	17 23	53 45½	180 43	
11	15 4½	61 14	187 45	
12	17 8	63 10	190 55	
18	10 18	64 26	209 13	
19	12 8	64 54	211 45	
24	17 9	67 4	223 20	
26	15 40	66 5	226 30	
29	14 29	62 8	225 58	
30	13 43	61 7	225 22	
31	12 2½	59 36	225 14	
1774				
Jan. 1	14 4	58 47	224 3	
6	7 7½	51 40	225 6	
7	6 32	50 17	227 20	
	6 26	49 37	229 50	
11	2 41	48 21	238 30	
	1 35	49 12	239 53	
12	4 46	50 7	240 35	
16	9 6	56 57	240 47	
19	10 26½	62 28	244 0	
22	9 48	62 4	248 1	
24	20 18	65 16	250 55	
25	19 26½	65 45	250 45	
	18 22	66 19	250 40	

1774		Abweich	Breite	Länge Greenw.	
Jan.	28	23° 11′ ö	69° 31′ s	251° 57′ ö	
		22 11½	69 43	252 16	
	29	24 39	70 20	253 3	
	31	28 32	68 13	255 :5	
Feb.	3	23 18	66 16	258 45	
		24 6	65 48	260 24	
	4	27 7⅔	65 34	260 14	
	5	19 5½	63 58	260 8	
	10	15 18½	53 7	262 50	
	12	13 56	50 11	264 35	
		12 45	49 28	264 4	
	13	14 40	50 30	263 36	
	14	12 45	49 28	264 4	
	18	13 16	43 41	265 45	
	19	10 5½	41 41	265 3	
	20	7 2½	39 32	266 0	
		8 3	38 22	266 18	
	21	7 41	36 24	265 54	
	23	9 52	36 49	263 9	
		8 8	37 16	262 5	
	25	6 50	37 44	259 21	
	27	4 9	34 32	257 57	
	28	3 15	32 27½	257 25	
März	1	4 23	32 6	257 30	
		5 4	31 25	257 42	
	2	5 2	31 5	257 52	
	3	4 26½	30 26	258 45	
		5 13	30 8	259 3	
	4	5 40	29 51	259 16	
		6 53	29 46	259 27	
	5	5 26	29 42	259 24	
	6	4 11	29 11	258 48	
	7	4 31	28 2	256 26	
	16	4 30	27 7	250 7	
		3 32	26 56	249 50	
	17	3 15	26 16	248 50	
	18	2 47	25 54	248 35	
		3 41	25 36	248 20	
	19	3 29	24 33	248 7	
		3 6	23 26	247 40	
	24	1 52	16 54	243 10	
	25	2 31½	15 6	241 0	
	26	2 38	14 27	240 18	
		2 23	13 31	239 20	
	27	2 10	12 55	238 45	
		2 13	12 3	237 45	
	28	2 31	11 30	237 10	
		2 17	10 39	236 20	
	29	3 3	10 10	235 40	

1774		Abweich	Breite	Länge Greenw.	
März	29	2° 44′ ö	9° 36′ s	233° 20′ ö	
	30	3 14	9 19	232 8	
	31	4 3	9 27	230 14	
Apr.	1	3 56	9 29	228 26	
	2	3 58½	9 32	226 44	
	3	4 15	9 32	224 58	
	4	4 27	9 33	223 20	
	5	4 13½	9 21	222 2	
	6	5 34	9 36	221 10	
	9	1 28	9 55½	220 51	Resolution Bay, Ohittahoo
	12	4 22	9 50	220 48	
		5 28½	10 30	220 8	
	13	5 1½	11 52	219 10	
	14	6 3½	12 42	218 37	
		5 51	13 20	217 48	
	15	6 9	14 18	216 36	
	16	5 55	14 29	215 22	
	17	5 5	14 34	214 45	
		7 33	15 33	213 43	
	20	6 51½	17 12	211 18	
Mai	21	5 19	16 43	208 51	Am Bord
	22	5 22	Owharre, Huaheine, Land		
	29	5 56	16 46	208 23	Am Bord
	30	6 24	Ohamaneno Hafen, Ulietea		Am Bord
	31	5 51	Ohamaneno Hafen, Ulietea		Am Bord
Juni	1	6 24	daselbst auf dem Lande		
	5	6 0	16 49	206 30	
	8	7 55	17 33	204 4	
		8 16	17 37	203 48	
	9	8 4	17 40	203 22	
	10	8 43	17 48	202 50	
		8 49	17 51	202 35	
	13	9 15½	18 40	197 37	
	14	8 24	18 33	197 23	
	15	9 24	18 25	197 10	
		9 16½	18 21	196 54	
	16	10 1	18 0	196 0	
	17	10 23	18 16	194 31	
	18	10 26½	18 22	193 4	
	20	9 38	18 54	190 40	
	21	11 25	19 3	190 20	
		10 48½	19 20	189 56	
	22	11 9	19 27	189 36	
	23	11 40½	20 25	186 52	
	24	9 22	20 12	186 10	
	25	12 6½	20 27	185 42	
	26	11 5½	20 15	185 29	Vor Anker bey Anamocka
	27	9 24			

1774		Abweich	Breite	Länge Greenw.	
Juni	28	9° 59½′	° ′	° ′	daselbst
	29	11 49	20 10 s	185 25 ö	
		11 8	20 1	184 40	
Juli	2	12 47	19 45	182 13	
	3	12 9	19 48	182 0	
		11 52	19 58	181 40	
	4	12 28½	20 11	181 19	
		12 30	20 34	180 44	
	5	12 44	20 52	179 34	
	6	12 17½	20 54	178 41	
	7	12 59	20 47½	177 50	
	8	13 8	20 20	176 23	
	10	11 1	19 30	175 8	
		10 22	18 50	175 14	
	11	10 28	17 39	174 29	
	12	10 31	16 37	173 38	
	13	10 35	16 15¼	173 15	
		10 13⅓	15 49	172 42	
	14	11 3⅓	15 13½	171 38	
	22	9 16	16 24	167 53	
	24	11 24	17 6	168 36	
	25	9 10	17 22	168 38	
	26	9 19	17 52	169 10	
	27	9 3	18 12	169 30	
		12 6	18 25	169 47	
	28	12 13	18 24	169 46	
		9 13	18 26	170 3	
	29	12 19	18 34	170 3	
	30	12 32	18 30	169 43	
		10 29	18 23	169 34	
	31	11 19	18 24	169 32	
		12 11⅓	18 25	169 15	
Aug.	1	11 38⅓	18 47	169 10	
		11 6⅓	18 44	169 2	
	2	10 54	18 42	169 2	
		9 3	18 36	169 15	
	3	8 27	18 43	169 20	
	4	9 54	19 27	169 44	
	8-18	7 14	19 32¼	169 49	Tanna
	21	10 23	18 39	168 55	
	22	10 9	16 52	168 35	
	25	11 27	15 6	167 3	
	27	10 52	14 47	166 56	
	28	9 15	14 49	166 37	
		11 19	14 57	166 34	
	30	9 0	15 23	166 35	
Sept.	1	8 38⅓	17 46	165 28	
	2	10 2	18 21	165 22	
	3	9 23	19 15	164 50	

1774		Abweich	Breite	Länge Greenw.
Sept.	3	10° 5′ ö	19° 50′ s	164° 44′ ö
	6	8 32½	Pudyoua bey Neu-Caledonia	
	7	8 7		
	8	8 6		
	9	9 25		
	10	9 22⅓		
	14	10 53	19 10	164 0
	15	9 2	19 17	164 6
		10 26	19 33	164 17
	16	9 22½	19 34	164 23
	19	10 19	20 25	165 50
	20	10 20	20 52	165 50
		10 2⅓	20 52	166 8
	21	9 58	20 57	166 10
		7 53	21 13	166 42
	22	8 22	21 37	166 50
		9 0	21 49	167 2
	23	11 32⅓	21 57	167 28
	25	8 28⅓	22 9	167 28
	29	8 36⅓	22 29	167 17
	30	10 34	22 41	167 25
Oct.	2	9 27	23 20	169 40
	3	9 31	25 13	171 8
	4	10 29	25 47	171 21
		11 22	26 34	171 35
	5	13 36	27 54	171 47
	6	10 31	27 52	171 45
	7	13 31	28 16⅓	170 45
	8	13 7	28 38	170 19
	10	11 3	29 5	168 10
	11	10 16	29 37	168 2
		10 55	30 35⅓	167 51
	12	8 53	32 39	168 10
	13	8 29	33 10⅓	168 36
		8 48	33 43	169 9
	14	10 29	34 26	169 45
		10 19	35 8	170 34
Nov.	11	13 16	42 54	175 30
	12	12 37¼	43 34	175 58
		13 26¼	44 7	176 53
	14	12 51	47 33	180 50
	15	12 42	48 6½	181 20
	16	12 28	49 59	183 38
	17	10 54	52 31	188 31
	22	9 35	55 43	204 34
	23	8 49	55 42½	204 40
	25	7 2	55 7	213 0
Dec.	1	1 20	55 12	237 0
	3	3 18	53 21	240 50

1774		Abweich	Breite	Länge Greenw.	
Dec.	4	3°24′ö	53°15′s	242°17′ö	
	5	3 46	53 6	246 10	
	6	4 58	53 13	250 5	
		5 7	53 17	252 0	
	11	10 43	53 29	264 40	
	12	11 33	53 21	268 24	
		12 31	53 24	269 30	
	13	13 23	53 24	270 30	
		13 48	53 24	272 28	
	14	15 23	53 26	273 48	
	15	17 38	53 30	277 30	
	16	18 20	53 25	280 58	
		18 33	53 25	282 46	
	17	20 52	53 15	284 12	
	18	20 29	54 44	286 59	
	19	22 19	55 32	289 20	
	24}	24 43	55 22	289 57	Christ-
	27}	mafs Sund,	Terra del	Fuego	
	29	23 52	55 20	293 55	
	31	25 28½	54 41	295 46	
1775					
Jan.	1	24 0	54 41	295 46	
	3	19 50	55 11½	297 7	
	4	20 12	56 42	300 30	
	6	24 31	57 22½	306 19	
	7	23 53	56 28	306 30	
	8	19 55	55 3	308 10	
	10	17 42	54 38	314 20	
	14	15 44½	53 58	320 35	
	16	12 30	53 56	322 37	
	17	11 14	54 9	323 10	
		11 4	54 21	323 54	
	19	12 4	54 48	324 20	
		15 52	55 0	323 40	
	22	14 15½	54 55	325 37	
	23	10 42	54 58	325 25	
		8 23	56 14	327 30	
		12 33½	57 4½	328 58	
	26	11 10	59 14	329 0	
	31	10 42	58 37½	332 45	
Feb.	2	9 32	57 48	333 8	
	5	5 2	57 16	336 38	
	7	1 52½	58 28	342 52	
		2 14	58 29	344 40	
	8	0 37	58 28	346 44	
	9	0 7w	58 26	346 53	
		0 29	58 17	348 16	
	10	1 40½	58 15	350 6	

1775		Abweich	Breite	Länge Greenw.	
Feb.	11	3°59w	58°23′s	352°56′ö	
	12	3 2	58 20	353 15	
		4 29	58 2	354 49	
	14	6 50	56 14½	4 50	
	16	12 7	54 24	6 30	
		13 42	54 21½	8 6	
	17	13 16	54 25	9 20	
	21	19 8½	54 26	19 15	
	25	24 7	49 37	29 32	
	28	23 31	46 48	33 36	
März	1	24 22	45 53½	31 0	
	2	22 23	45 4	30 45	
		22 56½	44 10	30 3	
	3	23 58	43 33	29 40	
		22 42	43 43	29 15	
	6	21 57½	41 33	26 36	
	8	21 31	42 0	25 25	
	10	20 50½	40 47	23 50	
	12	22 9½	38 41	24 10	
	13	22 2	37 0	22 24	
	14	22 46	35 21	22 17	
	16	20 1	34 56	21 10	
	17	21 30½	35 6½	20 50	
		20 22½	34 58	20 40	
	24	21 14½	33 55½	Cap bona	Espe-
Apr.	23			ranza	
	27	19 5	33 4	16 43	
	28	20 1	31 46	14 13	
	29	18 46	30 29	11 52	
	30	17 54½	29 21	10 12	
Mai	2	16 42	27 12	7 11	
	3	16 14	26 42	6 42	
	4	17 8	26 25	6 30	
	6	15 27	23 45	3 40	
	7	14 57½	23 11½	3 0	
		15 24	22 24	2 12	
	8	14 21	21 1	0 33	
	9	13 11½	20 32	0 4w	
		14 56	19 49	0 48	
	11	14 0	18 44	2 23	
		13 57	18 32½	2 35	
	12	13 39	18 21	2 45	
		13 33	17 55	3 5	
	13	13 52	16 57	4 2	
	14	13 15	16 10	4 55	
	17	12 18	15 55	5 49	S.Helene
	22	12 13	14 46	7 40	
	23	11 24	13 46	9 40	
	24	11 9	12 9	10 48	

1775		Abweich	Breite	Länge Greenw.	
Mai	25	11°13w	10°21′s	11°40w	
	26	11 9	8 38	12 45	
	27	10 43	7 55	13 45	
	28	11 8	7 56¼	14 32⅓	
	30	10 52⅓	Ascension		
	31	11 7	7 50	14 37	
		10 10	7 7	15 6	
Juni	1	9 39	6 45	16 55	
	2	9 8	6 29	18 55	
	3	8 11	6 4	21 8	
	4	6 44⅓	5 44	23 15	
	5	5 47	5 14	25 35	
	6	4 37	5 1	27 35	
	7	3 40½	3 59	29 10	
	8	1 25½	3 43	31 35	
	9	1 0	3 47	32 33	
		0 15	2 24	32 12	
	10	1 2	1 34	32 0	
		0 39⅓	0 36	32 0	
	11	1 25	0 13 n	31 50	
		1 23	1 28	31 40	
	12	2 22	2 13	31 36	
	13	2 13	4 24	31 28	
	14	1 27	4 36⅓	31 20	
	16	5 11	5 11	30 14	
	17	5 32	6 14	30 1	
	18	4 16	6 59⅓	30 10	
	19	4 48	7 54	30 40	
	20	4 15	9 9	32 18	
	21	3 23	10 47⅓	33 30	
	23	3 57⅓	14 13	36 0	
	24	3 46⅓	14 57	36 15	
	26	3 41	18 15	38 34	
		4 40	19 8	38 57	
	27	4 5	19 57	39 15	
		3 38	20 51	39 33	
	29	5 7	23 36	40 10	
		6 9	24 42	40 37	
	30	6 5	25 37	40 50	
		5 58⅓	26 34⅓	41 5	
Juli	1	5 36	27 34	41 10	
		6 35	28 13	41 25	
	2	6 32⅓	29 42	41 3	
	3	7 43	30 53	40 37	
	5	9 53	32 38½	39 58	
		9 20	33 2	39 58	
	6	9 15	33 10⅓	39 57	
		9 33	33 25	39 48	
	7	8 58	33 39⅓	39 44	
Juli	8	9°47w	34°18⅓′	39°43w	
		10 53⅓	34 52	39 45	
	9	10 8	35 11⅓	39 40	
		10 8	35 29	39 0	
	10	10 33	36 1	38 20	
	11	12 9	37 10	35 20	
	12	14 43	38 13⅓	32 10	
	13	16 18	38 33	29 15	
	14	21 19	38 32	28 33	Am Bord
		22 7	Auf Fayal Insel		
	19	17 33	39 9	25 50	
	21	16 17⅓	39 26	23 36	
	22	16 58	39 55	22 13	
	23	17 44	41 12	19 42	
	24	19 0	42 29	17 45	
	24	20 39	44 6	15 50	
		21 54	45 5	14 35	
	27	19 41	47 32	10 37	
	28	19 10½	48 27½	7 58	
	29	19 26	50 6½	4 0	

B) Beobachtungen *Bayley's* auf der *Adventure*.

1772		Abweich	Breite	Länge Greenw.
Juli	18	22°21w	46°33′n	7°50w
	23	22 14	40 43	11 15
	24	24 15	39 30	11 52
Aug.	3	19 33	29 14	17 30
	4	18 20	28 28	18 5
	5	16 45	27 28	18 30
	6	14 9	24 42	19 20
	7	13 42	23 41	19 35
	8	16 52⅓	21 48	20 10
		12 58	20 42	20 40
	9	16 16	20 0	21 0
	18	9 11⅓	12 48	20 45
	19	9 16	10 50	19 40
	24	12 2	6 20	14 30
	27	12 10	4 9	10 46
	28	16 29	3 20	8 39
	29	14 50	2 47	6 55
	31	16 24	2 4	5 40
Sept.	1	12 48	1 29	6 22
	3	14 8	0 49	9 20
	4	12 10	0 50	9 36
	5	14 29	0 57	9 52

1772	Abweich	Breite	Länge Greenw.
Sept. 5	14°32'w	0°56'n	9°45w
	15 47	0 40	9 20
6	13 0	0 31	9 17
7	14 56	0 10 s	9 55
8	14 1	0 36	10 27
9	13 51	1 40	11 5
10	13 1	2 46	11 20
12	9 27	4 22	13 58
14	11 15	6 43	14 37
16	7 55	9 54	15 57
19	4 56½	14 9½	18 42½
21	4 29	18 22	20 30
25	2 9	23 55	22 50
26	2 30	24 28	22 45
27	1 42	25 17½	22 30
Oct. 1	3 44	27 28	18 0
1773			
Jan. 6	22 30	60 26	27 30 ö
10	26 41	62 14	34 40
11	27 17	63 40	35 40
	26 14	64 15	37 0
12	26 3	64 12	37 10
13	31 5	64 4	39 30
14	30 5¼	63 57	39 35
16	29 29	65 0	40 3
22	33 15	60 24	47 40
27	30 55	55 5	52 10
Feb. 2	32 28	48 43	58 53
4	31 32	49 37	56 57
5	29 2½	48 32	60 20
6	28 51½	48 9	61 26
7	28 1	49 7	63 30
12	32 3	51 0	71 30
14	32 15	51 50	76 35
	35 14	52 0	78 28
18	31 30	52 52	91 48
20	30 11	52 20	99 23
21	29 11	52 8	100 6
23	25 1½	52 16	105 14
24	22 22	52 2	107 27
25	20 52½	51 32	111 16
	23 27	51 21	113 5
27	15 37½	50 34	118 51
28	11 18	49 30	124 17
März 3	6 26	45 58	130 50
	3 9	45 17	131 25
5	2 5 ö	43 46	138 42
6	1 36	43 57	141 0

1773	Abweich	Breite	Länge Greenw.	
März 7	1°33'ö	43°46's	142°12'ö	
9	7 4	43 42	145 25	
10	10 34	43 22	147 30	Adventure Bay
15	9 6	43 23	147 30	
16	7 45	42 5	148 41	
17	7 51	41 3½	147 49	
19	6 58	39 15	149 46	
20	8 14	39 22	150 40	
24	11 45	39 16	157 13	
25	11 18	39 26	158 7	
	10 41	39 54	159 15	
26	10 53	40 13	160 14	
27	10 13	40 16	161 16	
28	11 5	40 19	161 40	
	10 55	40 32	162 41	
30	12 41	41 17	165 16	
Apr. 3	12 12	40 18	173 10	Cap Farewell
4	15 2	41 2	174 0	Cooks Strafse
5	14 5	40 55	174 1	Admiralit. Bay
Mai	13 31¼	41 6	174 2	Königin Charlottes Sund
Jun. 7	13 1	41 37	174 30	C. Palliser
21	10 34	44 30	196 17	
22	10 59	44 32	196 47	
27	10 7	42 29	197 55	
28	10 23	42 40	198 50	
29	9 21	42 56	200 9	
Juli 1	9 58	43 6	202 35	
2	9 51	43 9	204 43	
6	7 56	41 52	208 35	
8	7 37	42 33	212 15	
11	6 1½	43 28	217 41	
12	5 23	43 7	219 31	
13	6 24	42 50	220 38	
17	5 43	38 4	225 10	
18	5 13	37 42	225 30	
19	6 35½	36 30½	225 35	
22	5 59	30 46	225 0	
	5 43	29 33	224 5	
26	5 31	28 34	224 15	
	6 0	28 0	224 5	
29	5 31	27 20	223 54	
30	5 6	26 57	224 54	
31	6 23	26 9	225 15	
Aug. 1	6 7	23 27	226 18	

1773		Abweich	Breite	Länge Greenw.	
Aug.	2	5°12′ö	22°25′s	226°55′ö	
	3	4 29	21 59	227 3	
	4	4 54	21 14	227 18	
	5	4 6	20 28	227 57	
	10	4 45⅓	17 19	219 5	
	12	5 32	17 14	215 28	
	15	6 9	17 48	210 50	
	21	5 38⅓	17 45	210 35	
		5 0	16 29¾	210 27½	Point ♀
Sept.	3	6 43	16 45	208 51¼	Huaheine
	4	7 0			
	5	6 24			
	6	6 2			
	7	6 14	16 58	208 32	Ulietea
	9	6 0	16 45	208 35	
	15	6 15	16 45	208 35	
	18	5 50	17 23	206 40	
		6 12	17 36	206 20	
	19	6 9	17 55	205 5	
	20	7 7	18 20	204 40	
	21	6 53	18 27	204 17	
		6 57	18 36	203 49	
	26	8 26	20 36	193 37	
	29	9 21	21 16	186 46	
Oct.	2	9 3	21 21¼	185 26	Eaowe
	3	10 11	21 4½	185 4	Tongatabu
	7	10 11	21 9	185 0	
	8	11 14	22 5	184 57	
	11	11 19	25 3	181 58	
	12	11 25	26 53	181 1	
	13	11 39	27 32	180 50	
		11 28	28 24	180 18	
	14	11 53	29 48	179 50	
	17	13 41	32 48	180 0	
		13 17	33 30	180 2	
	20	13 16	38 54	178 35	
	21	13 4	39 18	177 58	Neu Zeeland
		13 32	39 53	177 16	
	29	14 43	41 48⅓	175 58	
Nov.	3	13 21	41 18	176 42	
	4	13 12	41 38	175 40	C. Palliser
	9	13 12	38 21⅓	178 34	Tolaga Bay
	10	14 20			
	15	13 28			
	16	12 46	38 53	178 23	N. Zeel.
	23	14 56	42 44	175 0	
	24	14 59	43 22	175 13	

1774		Abweich	Breite	Länge Greenw.	
Jan.	10	7°30′ö	58°12′s	212°16′ö	
	12	8 44	58 45	215 50	
	19	7 57	59 29	242 15	
	21	12 1	60 10	247 25	
		11 4	59 47	248 15	
	22	11 49	59 23	249 42	
	23	11 4	59 19	252 54	
	24	12 59	59 37	256 2	
	28	22 59	61 47	271 50	
	29	24 1½	61 53	276 45	
	30	25 13⅙	61 30⅕	281 57½	
Feb.	6	19 30¼	59 30	313 0⅔	
	9	15 54	57 12	318 48	
	16	6 24	53 56	332 51	
	20	2 14	53 21	341 7	
	21	0 50	53 16	349 17	
	22	1 27w	53 14	350 7	
	24	4 57	52 51	356 7	
	26	9 25	53 25	2 28	
		10 4	53 34	3 48	
März	1	12 44	53 48	8 21	
	3	16 20	52 57	12 10	
	7	16 51	48 4	14 1	
	12	19 54⅓	40 24	15 10	
	13	20 9	39 36¾	15 18	
	14	20 52	37 2	16 10	
	16	20 49	34 21	17 32	
		21 33	33 55¾	18 23¼	Cap. g. H.
Apr.	18	19 43	32 57	16 25	
	19	19 29	32 38	16 3	
	21	18 27	30 33	13 9	
	22	18 31	29 45⅓	13 11⅓	
	25	15 37	25 7	8 40	
	26	15 14	24 2	7 24	
	27	15 6	23 38	7 4	
	29	15 21	21 28	3 38	
	30	14 41	20 56	2 45	
Mai	2	14 34⅓	19 34⅓	1 7	
	3	14 15	19 30	0 53	
	5	13 22	17 58	1 11w	
	9	12 35	14 33	5 9	
	11	10 44	11 0	9 9	
	13	10 39⅓	8 36	11 37	
	14	9 37	6 52	13 56	
	15	9 5	5 53	15 28	
	16	9 31	4 17	16 56	
	17	8 57	2 53	18 44	
	18	8 36⅓	1 21	19 40	
	19	8 45	0 42	20 10	

1774	Abweich	Breite	Länge Greenw.
Mai 20	8°42w	1°19′n	20°41w
24	7 16	5 19	22 17
25	7 27	5 50	22 48
31	7 28	6 38	25 20
Juni 1	7 48½	7 4	25 24
3	6 46½	7 34	26 35
6	5 4	9 6	28 33
7	4 41	9 30	29 2
9	4 0	12 9	31 24
10	2 55	14 25	33 39
11	3 19	15 4	34 1
14	4 57	20 25	36 30
15	4 51	21 13	36 50
16	5 17	22 45	37 40
	5 35	23 28	38 13
18	6 28	25 35	39 14
20	8 20	28 14	39 4
	8 11	28 57	39 20
24	10 7	34 42	40 29
Juli 8	22 42	48 19	20 20

C. Neigungsbeobachtungen.

1772	Neigung	Breite	Länge Greenw.	
Juni	72° 6′n	50°21n	4°16w	Drakes I.
1773				
Apr. 17	70° 6′s	45°47′s	166°10′ö	Pickers-
18		gill Hafen, Dusky Bay		
Mai	64 42	41 6	Kön. Charlottes S.	
Aug. 29	29 43	17 29	210 39	P. ♀ Otah.
Nov. 14	64 21	41 6	174 26	Charlot-
		tes Sund, N. Zeel.		
15	62 26	38 21½	178 34	Tolaga B.
1774				
Apr. 9	18 7	9 55½	220 51	Ohittaho
23	29 59	17 29	210 18	Point
Mai 10		Venus, Otaheite		
Aug. 8	45 2	19 32½	169 49	Tanna
Oct. 26	64 38	41 6	174 25	Königin
Nov. 4		Charlottes Sund		
Dec. 24	66 54	55 22	289 57	Christ-
27		mafs Sund, Feuerland		
1775				
März 24	45 19	33 55½	Cap G. Hoffn.	
Apr. 23				

1779	Neigung	Breite	Länge Greenw.	
März 17	11°25′s	15°55′s	5°49w	S. Helene
28-30	8 57	7 56	14 31	Ascens.
Juli 14	71 1 n	38 32 n	28 33	Fayal B.

XXXV. Beobachtungen der Abweichung und Neigung auf Cooks dritter Reise in den Jahren 1776—1780.

1776	Breite	Länge Greenw.	Abweich	Neigung
Juni 24	° ′	0°44′ö	20°37w	The Nore
Juli 14	50 8	4 40w	20 18	
17-18	48 44	5 19	23 1	Ushant
22	48 35	5 36	25 4	
	44 17	8 18	22 42	
23	43 55	8 28	22 26	
24	43 46	8 33	23 14½	
25	42 58	9 34	23 14½	
26	40 38	10 7	22 56	
29	33 51	14 32	18 31	
30	33 4	14 53	19 3½	
	32 4	15 4	18 24	
31	31 10	15 27	18 19	
Aug.	28 30	16 31	14 41	61°52½′n
	Sta Cruz, Teneriffa			
7	23 54	18 36	15 1	
9	20 29	19 56	14 10	
	19 41	20 29	13 23½	
12	15 34	23 10	9 46	Mayo I.
14	13 49	23 23	9 28	
15	12 21	23 34	9 48	
16	11 51	24 2	8 9½	
19	9 47	22 52	9 3	
	8 55	22 39	9 26	
22	6 33	20 51	10 16½	
23	6 29	21 2	11 13	
	6 9	20 59	10 19	
26	4 23	21 12	9 5	
27	3 59	21 40	8 35	
	3 45	22 10	8 37	
28	3 37	22 23	8 36½	
			7 58½	
30	2 40	23 27	7 49	
	2 20	24 35	6 49	
31	2 5	25 12	6 34	
	1 14	26 12	5 34½	
Sept. 1	0 51	27 52	5 15½	
	0 7	27 23	4 42	

1776	Breite	Länge Greenw.	Abweich	Neigung
Sept. 2	1°13′s	28°30w	3°27w	
3	1 50	28 49	3 31½	
	2 48	29 18	3 20	
4	3 37	29 24	2 53	
	4 20	30 12	2 37	
5	5 0	30 51	2 3	
	5 34	31 49	1 21½	
6	6 0	32 15	0 21½	
	6 45	33 11	0 33 ö	
7	7 18	33 30	0 3w	
	7 50	33 48	0 11	
8	8 43	34 14	0 12½	
9	9 1	34 14	0 18 ö	
	9 35	34 29	0 6½	
10	10 4	34 19	0 40w	
	11 1	34 19	0 7 ö	
11	12 40	34 19	0 42	
12	13 23	34 18	0 40	
	14 11	34 2	0 17	
13	14 47	34 4	1 8	
	15 33	34 16	1 20	
14	16 12	34 20	1 23	
	16 58	34 55	2 30½	
15	17 40	35 8	2 11	
	18 30	35 26	2 17	
16	20 8	35 49	4 2½	
17	20 46	35 50	2 44	
	21 57	35 42	2 45	
18	22 17	35 41	2 35½	
20	25 54	34 37	3 32½	
	26 47	33 55	3 16½	
21	27 14	33 26	3 5½	
	27 44	32 35	2 24	
22	28 19	31 51	2 2	
23	28 56	31 5	2 32	
	29 12	29 29	1 10½	
24	29 29	29 21	1 30	
	30 4	28 8	0 31	
25	30 25	27 30	0 30	
29	33 43	16 30	3 46w	
30	33 48	16 7	4 45½	
	33 56	15 28	4 45½	
Oct. 2	34 16	12 0	7 1	
	34 16	10 2	7 13	
4	34 45	8 58	7 42	
	35 37	9 4	6 9	
5	35 35½	9 12	6 51	
	35 40	8 49	7 30	
8	35 19	7 45	7 55	

1776	Breite	Länge Greenw.	Abweich	Neigung
Oct. 8	35°30′s	7°35w	9°12w	
9	35 17	7 5	7 52	
10	35 39	3 47	11 56	
15	34 57	8 40 ö	19 26	
	Vorgebirge der	guten Hoffnung	21 58½	Am Bord
			22 15	A.d. Lande
Dec. 3	34 52	17 36	22 0	
4	36 48	19 5	22 30	
5	38 21	21 23	23 0	
6	38 59	23 29	23 33	
8	41 4	28 5	24 0	
10	43 56	32 15	24 45	
11	45 37	34 31	25 0	
12	46 20½	37 0	26 0	
13	47 15	40 48	26 15	
	Pr. Edwards Ins.			
15	48 24½	48 17	31 0	
25	48 41	69 11	27 44	
	Christmaſs Hafen, Kerguelens Land			
29	48 31	69 39	28 0	
30	49 8	70 34	28 0	
1777				
Jan. 1	48 41	76 50	30 39	
	48 37	77 41	30 24	
2	48 22	80 22	30 47	
3	48 17	84 14	30 14	
8	47 37	99 21	25 29	
9	47 56	102 36	24 7½	
10	48 20	106 14	23 57	
14	47 19	115 28	17 34	
17	44 18	128 12	9 0	
18	44 25	131 28	6 0	
	44 18	132 2	5 34	
21	43 24	141 16	1 0 ö	
22	43 27	141 50	1 24	
	43 31½	143 1	3 0	
24	43 47	147 0	5 15	
25	43 42½	147 24	10 8	
26	43 21½	147 29	5 15	70°15½ s
	Adventure Bay, Van Diemens Land			
Feb. 2	44 42½	154 51	7 30	
4	44 1	160 13	11 0	
5	43 52	161 59	11 11	
6	42 56	163 39	13 0	
7	42 27	165 23	13 0	
8	41 54	167 29	13 0	

1777		Breite	Länge Greenw.	Abweich	Neigung
Feb.	25	41° 6′ s	174° 25¼	12° 40′ ö	63° 42 s
		Ship Cove, Neu Zeeland a)			
	28	41 17½	177 17	12 23½	
März	5	39 51	187 26	13 23	
	7	39 17	191 13	11 13	
	10	39 26	195 22	10 49	
	15	34 6½	198 57	10 18	
	16	33 40	199 6	10 19	
	20	29 4	201 15	9 39	
	22	26 52	201 34	8 37	
	26	23 40	201 23	8 25	
	28	22 44	201 12	8 33	
Apr.	2	20 0½	201 41	8 21	
	9	18 57	199 12	7 26½	
	24	19 25½	189 40	10 33	
Juli		21 8	184 55	9 44	39 1½
		Tongataboo b)		10 13	
		20 15	185 11	8 30	Am Bord
		bey Anamocka			
		Lefooga c)		10 12	36 55
		Bey Kotoo, zwischen Anamocka und Hapae		8 12½	
	18	22 7	185 10	10 0	
	19	22 26½	186 9½	8 42	
	25	25 45	192 21	8 47	
	27	26 52	194 45	7 52	
	28	27 36	195 55	8 13	
Aug.	1	27 49	202 11½	7 44	
	2	27 28	203 50	7 8	
	7	25 9	208 58	7 37½	
	8	23 56	210 17½	7 21	
Dec.		17 29¼	210 22½	5 34	29 12
		Matavai Point, Otaheite			
		16 42¼	208 52½	5 13¼	28 28
		Owharre Hafen, Huaheine			
		16 45⅓	208 25⅓	6 19	29 5
		Ohamaneno Hafen, Ulieten			
	9	15 42½	207 41	6 45	
	10	14 32	207 34	5 35	
	12	13 1	206 20	5 21	
	14	11 3	205 54	5 58½	
	15	9 59	205 23	5 19	
	16	8 57	205 5	5 7½	
	17	7 38½	204 29	4 54	
	18	6 24	207 19	5 21	
	20	3 32	203 39	5 29	
	21	2 2½	203 9	5 44	
	22	0 0	203 15	6 30	

1777		Breite	Länge Greenw.	Abweich	
Dec.	23	0° 45′ n	202 38′ ö	6° 49′ ö	
	24	2 2½	202 33	6 20	
1778					
Jan.	1	1 59	202 30	6 22½	11° 54 s
		Christmaſs Insel, Westseite			
	6	5 48	203 12	5 58	
	8	7 45	205 0	6 46	
	9	8 12	205 12	6 47	
	18	21 12	200 41	9 51⅓	42 1 n
		Oneehow			
	19	21 51	200 20	10 37	Sandwichs Inseln
	28	21 22	199 56	9 27	
		21 36	199 50	11 13	
Feb.	4	24 31	199 26	11 21	
	7	28 56	200 6	12 10	
	9	30 59	202 5	13 59	
	14	31 35	205 59	11 4	
	18	36 23	205 59	13 6	
	19	37 25½	206 16	16 41	
	20	38 7	207 31	17 2	
	21	39 6	209 41	17 36	
	22	40 18	212 14	18 59	
	29	43 17	222 16	20 33	
März	1	44 49	228 2	20 17	
	2	44 54	228 14	18 49½	
	5	43 45	232 45	17 32½	
	8	44 27½	235 21	17 45	
	19	44 56	233 58	17 52	
	25	47 56	234 17	16 41½	
	27	47 56	231 24	19 27	
April	4	49 36	233 17½	15 49½	72 32
	5	Nootka Sund d)		19 44¾	72 25⅓
	30	53 22½	225 14	21 12	
Mai	1	54 43	224 44	24 19	
	4	58 22	220 45	24 11	
	5	58 40	220 58	26 11	
	6	59 8	220 19	23 10	
	7	59 27½	219 7	24 26	
	9	59 31½	217 0	22 47	
	11	59 33½	215 21	27 35	
	19	60 3	212 12	23 37	
	21	59 30	210 6	23 42	
Juni	5	58 41	207 44	25 40	
	13	56 49	205 40	20 31	
	17	55 33	200 48	20 22	
	18	55 25	200 42	22 32	
Juli	8	57 16	200 48	26 13	
	10	58 19	200 39	22 49	

1778		Breite	Länge Greenw.	Abweich	Neigung
Juli	12	58° 12′ n	200° 33′ ö	22° 32′ ö	
	20	59 37½	197 46	22 57	
		Shoal Nefs e)			
	28	59 55	190 0	18 40	
Aug.	10	65 36	189 15	27 22	
	12	66 20⅓	191 6	30 41	
	13	66 32⅔	192 0	27 15½	
	16	69 57	193 41	35 32	
	17	70 33	197 35	35 1	
	21	69 32	195 48	31 3	
	25	69 38	187 30	21 44	
	26	69 36	184 0	23 20	
	28	69 17	182 40	25 56	
Sept.	6	64 31	197 13	25 45	76 25 n
	17	Norton Sund			
	20	63 37	192 12	22 23	
Oct.	3	53 59	193 28	19 59	
	12	53 5	193 30	19 59¼	69 23⅛
		Samganoodha f)			
	29	54 8		19 59	
Nov.	6	42 29	201 27	17 15	
	8	40 38	202 17	16 5	
	16	32 47	206 57	11 57	
1779					
März		19 28	204 0	7 49	40 51
		Karakakoa Bay,	Owhyhee g)		
	18	21 12	195 26	10 4	
	19	21 11	194 28	9 10	
	20	20 52	193 22	11 30	
	21	20 37	192 13	11 26	
	23	19 58	188 22	11 51	
	25	19 58	184 12	11 14	
	27	19 49⅓	182 29	12 8	
Apr.	1	21 14	179 31	11 22⅓	
	8	30 39	167 4	9 9	
	9	32 16	166 40	8 30	
	15	41 52	161 15	6 30	
	16	42 12⅓	159 41	6 20	
	20	49 48	161 30	9 33¼	
Juni	17	52 46	159 11	7 59½	
	18	52 39	159 42	8 59	
	21	56 3	163 20	10 0	
	24	58 19⅓	167 20	13 11½	
	25	59 8	168 16	13 10	
	27	59 52	175 44	13 30	
	28	61 56	175 43	17 30	
		61 56	176 2	17 19	
Juli	4	64 33	188 51	26 53	

1779		Breite	Länge Greenw.	Abweich	Neigung
Juli	7	68° 22′ n	192° 18′ ö	27° 22′ ö	
		69 12	188 5	29 30	
	8	69 25	192 39	21 39	
	9	69 11	188 54	29 28	
	11	67 51	189 21	27 32	
	13	69 29	188 10	26 10	
	17	69 55	195 14	35 37	
	18	70 26	196 18	31 20	
	19	70 11	197 4	28 59	
	25	68 38	190 2	21 48	
	31	65 5	189 20	22 52½	
Aug.	1	64 25⅓	189 45	19 47	
	2	64 1	189 57	24 38	
	7	59 35	183 30	18 25	
	11	57 25	172 41	11 34	
	12	56 28	171 46	11 11	
	17	53 48	168 19	9 55	
		53 49	168 5	10 0	
	22	53 8	160 36	6 18	
	23	52 46	160 10	6 12	
	24	52 52	158 43½	6 20½	
Oct.		53 0⅔	158 43¼	6 19	63° 5′ n
		Petropaulowsk			
	10	52 38	158 37	6 20⅓	
	11	52 5	158 30	6 3	
	12	51 0	157 22	5 17	
	13	49 49	156 47	4 49	
	15	46 31	155 20	5 14	
	16	45 27	155 23	4 39	
		45 27	155 30	4 30	
	17	45 7	153 47	4 54	
	22	40 58	148 17	3 0	
		40 59	148 0	2 27	
	23	40 35	146 45	0 17	
		40 35	146 39	0 49	
	26	40 5	142 25	0 15	
	27	39 16⅛	143 2	1 13	
	28	38 15	142 6	1 17	
		38 16	142 9	1 20	
	30	36 41	142 3	1 20	
Nov.	1	35 17	141 29	1 44	
	4	35 48⅓	146 33	3 14	
	5	35 15	147 18	2 58½	
	6	35 1	147 28	3 59	
	13	25 59	143 27	3 49	
		26 0	143 46	3 50	
	14	24 36⅓	142 9	2 49	
	15	24 49	141 15	2 57	
		24 50	140 56	3 30	

1779	Breite	Länge Greenw.	Abweich	Neigung
Nov. 16	25° 7′ n	139° 2′ ö	1° 49½′	
17	24 45	137 56	2 15	
20	22 5	131 15	1 0¼	
21	21 26	129 3	0 1½	
26	21 12	120 12	0 0½	
Dec. 2	22 8	113 43	0 32 w	Macao
	22 9⅓	113 48⅓	0 19	21° 1 n
1780				
Jan. 16	16 39	114 5	0 39½	
17	14 39	113 13	1 24⅓	
	8 40	106 18¾	0 14	2 1
	Hafen bey Pulo Condore			
31	3 18	104 29	0 30	
	4 4	104 29	0 31 ö	
Feb. 1	1 21	105 15	0 26	
3	1 48 s	105 3	0 0	
	6 8	105 36	1 0 w	26 3 s
	Cracatoa Hafen			
	6 36¼	105 17⅓	0 54	28 15
	Princes Insel, Hafen			
29	15 53	94 50	2 47	
März 4	18 25	84 24	3 11	
12	21 6	69 22	8 57	
18	25 9	58 50	19 0	
25	29 39	41 0	21 28	
31	31 20	32 10	26 31	
Apr.	34 20	18 29	22 16	46 47
	Simons Bay, Cap			
Mai 31	12 48	15 40 w		0 0

a) Die Abweichung ist am Bord, die Neigung auf dem Lande beobachtet.

b) Am Bord fand sich die Abweichung 9°44′5″½, auf dem Lande mitten auf der Nordseite der Insel 10°12′58″.

c) Eine der Hapae Insel.

d) Auf dem Lande am Nutka-Sunde fand Cook den 4ten April die Neigung 72°32′3″¾, die Abweichung Vormittags 15°57′48″½, Nachmittags 15°41′2″; den 5ten am Bord die Neigung 72°25′41″¼, die Abweichung Vormittags 19°50′49″, Nachmittags 19°38′46″. Cook hält die Abweichung am Bord für die sicherste, da sie mit den übrigen übereinstimmt. Auf dem Lande fand man überdies eine große Verschiedenheit in der Abweichung an nahe bey einander liegenden Orten. Aber diese Lokalursachen scheinen nicht auf die Neigungsnadel gewirkt zu haben.

e) Vormittags 23°34′3″, Nachmittags 22°19′40″.

f) Vormittags 20°17′2″, Nachmittags 19°41′27″.

g) Auf dem Lande Abweichung 8°6′, Neigung 40°31′52″; am Bord Abweichung 7°32′, Neigung 41°10′22″.

XXXVI. Neigungsbeobachtungen von *Le Gentil* auf dem Kriegsschiffe *le Bon Conseil* in 1766.

Neigung die Lilie Nord	Neigung die Lilie Süd	Breite	Länge Paris	
45° 0′ s	47° 0′ s	19° 42′ s	104° 50′ ö	
33 0	36 0	10 57	108 5	
30 45	33 15	9 14	108 25	
27 15	30 30	8 17	103 10	
29 0	31 0	7 55	102 0	
29 0	31 0	7 36	101 30	
27 0	28 41	6 58	101 45	
25 0	28 30	6 31	102 35	Sunda St.
24 15	28 30	6 13	102 40	
23 30	27 30	6 3	103 20	
23 45	28 15	5 46	103 35	
22 45	27 30	5 33	103 40	
22 0	27 0	5 2	103 40	2 Schwest
19 15	24 30	4 4	103 40	
18 45	23 45	3 8	103 40	
18 15	22 30	3 9	103 40	
18 30	22 15	2 43	103 30	Strafse Banca
17 15	21 30	2 21	103 20	
17 30	21 0	2 12	102 50	
17 15	20 45	2 6	102 45	
16 15	19 15	1 38	102 0	
15 30	17 30	0 44	102 50	
12 30	14 30	0 41 n	103 10	
11 30	12 30	1 54	103 35	
7 30	8 45	3 44	104 10	

Neigung die Lilie Nord	Süd	Breite	Länge Paris	
4°30′ s	4°45′ s	5°30′n	104°40′ö	
3 45	2 0	6 35	105 10	
4 0	2 15	6 45	105 20	
3 45	1 45	7 0	105 20	
0 30	1 15	7 21	105 30	
0 15	0 0	8 0		
1 30 n	1 30 n	8 22	106 10	
2 30	3 15	9 45	107 0	
5 0	8 30	11 32	109 30	
9 0	11 30	13 6	112 30	
11 4	12 18			Manille

Die Längen sind aus der der Reise beygefügten Karte genommen. Das Neigungsinstrument war das nämliche, womit Hr. Abbé de la Caille seine Beobachtungen 1750—1754 gemacht hatte.

XXXVII. Neigungsbeobachtungen des *le Gentil* am Bord des portugisischen Schiffes *le Saint Antoine* 1768 von Manilla nach Madras.

Neigung die Lilie Nord	Süd	Breite	Länge Paris	
8°30′ s	7°30′ s	4° 6′n	104°28′ö	
11 15	12 15	2 30	102 42	Pol Aor
12 30	13 45	1 7	102 40	
11 0	13 40	2 12	100 12	Malacca
11 5	11 10	2 45	99 15	V. Anker
10 37	11 22	3 7	98 15	Daru Ins.
10 0	10 37	3 30	98 15	
9 41	9 22	3 48	98 10	
8 52	8 35	4 2	98 5	
7 52	7 0	4 55	97 48	
6 45	6 0	5 25	97 37	P. Pinang
5 15	4 37	6 9	96 30	P. Lada
4 0	2 45	6 51	94 30	
3 30	2 15	7 31	92 50	
3 15	2 7	7 45	91 38	Nicobr. I.
3 0	2 0	8 9	86 30	
3 0	2 0	8 50	83 30	
2 0	0 21	10 7	82 0	

Neigung die Lilie Nord	Süd	Breite	Länge Paris
1° 7′ s	0°21′ s	10° 7′n	81° 0′ö
0 8 n	1 30 n	10 39	79 15

Die Längen sind aus der Karte genommen.

XXXVIII. Neigungsbeobachtungen des *le Gentil* am Bord *le Dauphin* 1770 von Pondichery nach Isle de France.

Neigung die Lilie Nord	Süd	Breite	Länge Paris
9° 0′n	10° 0′n	14° 0′n	80°15′ö
8 30	9 15	13 29	82 1
4 52	6 22	12 3	82 19
3 0	4 15	10 40	82 57
0 0	1 37	9 38	83 30
3 30 s	2 15 s	8 8	84 7
6 45	6 30	6 8	84 57
9 15	10 0	4 28	85 27
11 15	12 7	3 24	85 52
12 30	12 15	2 24	85 18
13 37	15 0	1 50	86 28
15 10	16 30	1 0	86 29
17 7	18 37	0 6 s	86 31
17 52	21 0	1 14	86 57
20 45	24 15	2 47	87 36
22 0	25 45	3 55	88 4
22 30	27 7	4 24	88 8
23 45	27 0	4 26	88 13
23 45	27 0	4 25	88 11
25 30	27 22	4 40	88 4
24 15	27 45	4 52	88 35
24 30	28 15	5 7	88 18
26 0	29 22	5 38	87 57
28 0	30 45	6 47	87 18
30 30	32 0	7 35	86 37
30 45	33 0	8 1	86 10
33 0	34 52	8 52	85 4
34 45	36 45	10 7	83 46
39 0	39 57	11 42	82 2
41 15	43 0	13 19	80 20
43 15	44 52	14 13	78 52
44 30	45 45	15 0	77 41
46 50	47 45	15 58	76 18
49 0	50 0	17 15	74 44

Neigung die Lilie Nord	Süd	Breite	Länge Paris
49°30′s	51°45′s	18°20′s	72°52′ö
50 0	53 0	19 14	70 18
51 0	53 7	19 28	67 27
52 30	54 40	19 45	61 21

Neigung die Lilie Nord	Süd	Breite	Länge Paris
62° 0′n	63°15′n	29°54′n	37°44′w
62 15	64 15	31 6	37 44
68 0	69 15	38 15	38 5
72 30	73 45	39 57	34 2

XXXIX. Tafel der Neigungsbeobachtungen angestellt am Bord der *l'Astrée* 1771 im Atlantischen Meere von *Le Gentil.*

Neigung die Lilie Nord	Süd	Breite	Länge Paris
25° 0′ s	30° 0′ s	23° 8′s	3°42′ö
26 30	28 30	22 40	3 10
21 0	25 0	21 8	1 27
19 30	21 30	18 39	0 29w
14 0	15 15	16 21	2 11
10 0	11 15	14 43	4 0
8 45	8 15	13 30	5 27
6 0	3 30	12 18	7 13
4 0	1 0	11 10	8 58
0 15	1 15n	10 2	10 32
3 30 n	6 15	8 50	12 7
Ascension S. W. 44 Lieues.			
7 15	7 30	7 57	16 19
9 45	11 45	5 40	17 20
14 0	15 15	4 12	18 52
18 15	18 30	2 50	20 14
23 45	22 15	0 12n	21 12
26 15	26 45	1 49	21 46
32 30	30 45	3 36	22 2
32 15	34 15	5 31	22 17
40 30	43 30	10 0	23 58
40 30	42 45	10 14	26 12
43 30	44 30	11 8	27 27
43 15	44 45	12 13	28 21
45 15	47 45	13 12	29 5
49 15	50 55	17 7	32 8
50 45	52 15	18 23	32 44
53 15	54 0	20 1	33 41
58 30	59 0	26 34	37 8
60 45	61 0	28 26	37 57
61 0	62 15	28 58	37 56

XL. Abweichungsbeobachtungen auf einer Reise 1771 und 1772 von *Mr. Verdun de la Crenne, Chevalier Borda, & Pingré.*

1771	Abweich	Breite	Länge Paris.	
Oct.	20°10w	48°23n	6°51w	Brest
31	16 4	44 5	11 45	
	17 41	43 5	11 47	
Nov. 2	20 21	42 28	12 39	
	21 30	42 23	12 57	
3	21 30 21 57	42 28	13 26	
	22 30	42 27	13 25	
7	18 48	38 7	12 15	
12	17 42	36 58	12 11	
13	17 30	36 51	11 25	
15	17 18	36 29	10 6	
17	17 19	35 54	9 48	
18	18 20	36 39	9 30	
19	17 30	36 39	8 55	
	18 0	36 31	8 38	Cadix
Dec. 12	18 29	35 48	10 41	
	18 0	32 38	19 15	Madera
24	15 36	28 25	18 5	
	15 30	28 27	18 35	St. Croix
1772				
Jan. 6	14 35	26 34	17 52	
9	16 30	24 39	18 50	
10	14 48	24 40	20 21	
11	14 0	23 56	20 18	
12	11 41	23 32	20 14	
	12 30	22 45	20 15	
13	13 20	20 44	20 25	
	12 50	19 31	20 25	
14	10 40	18 4	20 31	
	12 40	16 36	20 19	
	10 30	14 40	19 45	Gorée

1772		Abweich	Breite	Länge Paris.	
Jan.	27	10° 7w	14°13′n	22°37w	
	29	10 38	14 18	23 40	
		10 45	14 54	25 52	Praya
Feb.	4	10 40	14 44	26 13	
	5	10 1	14 15	17 17	
	6	9 1	13 34	31 20	
	8	6 20	13 25	37 40	
	12	0 42ö	14 2	51 32	
	13	1 48	14 32	57 3	
	14	2 32	14 28	58 55	
	14	4 0	14 36	63 29	Ft. Royal
	29	4 15	14 44	63 36	Ft. St. Pierre
Apr.	12	4 30	19 13	66 0	
		4 50	19 19	66 30	
	13	4 55	19 12	67 20	
		5 0	19 10	68 15	
	15	5 6	19 47	71 25	
	16	5 20	20 17	74 10	
		5 20	19 47	74 38	CapFrançais
Mai	8	3 50	23 48	76 35	
	9	3 45	24 27	75 25	
	10	3 53	24 48	75 58	
	11	4 20	25 58	76 30	
		4 0	26 54	76 45	
	13	3 33	29 33	77 0	
	15	3 13	30 3	73 45	
	16	2 45	30 17	73 41	
		2 50	30 38	73 12	
	20	5 12w	36 51	65 16	
		5 41	37 23	64 40	
	21	7 13	38 41	64 2	
	22	9 10	40 16	61 33	
		9 33	40 37	61 14	
	23	11 9	41 44	60 18	
		11 45	42 29	59 59	
	24	13 25	44 15	58 30	
		13 32	45 6	59 5	
	25	14 30	45 28	59 32	
		14 50	45 36	59 41	
		19 15	46 46	58 37	S. Pierre bey N. F. Land
Jun.	7	19 13	46 35	58 10	
	8	17 37	45 45	57 33	
	9	18 58	45 0	55 23	
	10	17 13	44 56	53 6	
	11	17 11	45 41	51 2	
		17 24	45 48	50 44	

1772		Abweich	Breite	Länge Paris.	
Juni	12	17°47w	46°28′n	49°20w	
		19 20	47 46	47 42	
	13	21 12 19 19	49 33	44 8	
	14	22 44	50 25	41 12	
		21 25	50 57	42 7	
		21 35	51 24	41 55	
	15	22 8	51 53	41 53	
	16	22 20	52 7	41 20	
	19	28 54	56 6	36 38	
	24	30 15	58 36	34 15	
	30	32 15	65 57	28 3	
Juli		33 30	65 36	26 3	Patrixfiord
	21	33 29	65 44	27 8	
	22	32 12	64 55	27 27	
		30 43	63 55	25 17	
	24	28 46	62 46	21 0	
	25	27 30	62 44	18 24	
	27	24 30	61 30	14 40	
	28	23 50	61 12	9 15	
	31	22 28	61 50	5 12	
Aug.	1	22 11	61 15	1 17	
	3	21 47	60 44	0 17	
	5	20 54	59 15	0 20ö	
	10	16 50	57 45	8 2	
		16 0	55 42	10 8	Kopenhagen
Sept.	8	17 0	57 7	9 4	
	9	16 30	57 27	9 7	
	12	19 20	55 24	2 4	
	14	20 10	54 6	0 10w	
Oct.	2	20 20	50 50	1 14	
	4	22 20	49 48	6 35	

XLI. Beobachtungen von Capt. *Phipps*, 1773.

1773		Breite	Länge Greenw.	Abweich	Neigung
Juni	6	52°17′n	1°52′ö		73°22′n
	14	60 17	0 21w	21°53′w	73 30
	15	60 19	0 13	23 46	75 0
	16	60 29	0 31		76 45
	17	62 59	0 24ö	19 22	
	19	66 14	0 30	19 11	
	21	63 5	0 21ö	23 18	
	22	70 45	0 32		77 52

1773		Breite	Länge Greenw.	Abweich	Neigung
Jun.	24	73°22'n	3°53'ö		81°30 n
	25	74 5	9 36	17° 9'w	79 30
	26	74 25	10 53	7 47	79 22
	28	77 36	9 42		81 7
	29	77 59	10 20		80 26
	30	78 8	11 13	11 38	79 30
Jul.	3	78 36	10 15	14 55	80 45
	9	80 29	5 56		81 52
	16	79 55	13 0	20 38	82 0
		Vogelsang.			
	27	80 48	15 45	12 47	
	28	80 56	17 6	11 56	
	30	80 31	20 18		80 2½
Aug.	1	80 37		12 24	
	16	79 44	12 45	18 57	80 9
		Smerenberg.			
	31	68 47	6 28		79 4
Sept.	1	68 44	6 12	24 17	
	4	64 59	0 12	22 14	
	5	64 0	0 54	25 46	
	20	52 31	0 16	20 47	

XLII. Beobachtungen von *Hutchins* auf zwey Reisen von England nach der Hudsons-Bay.

1774		Breite	Länge Greenw.	Abweich	Neigung
Jun.	9	58°59'n	3°30'w		75°46⅓n
		Stromness, Orkney I.			
Jul.	23	62 3	69 0	45° 0w	82 42¼
	27	62 23	71 30	42 50	83 19½
	28	62 25	71 30	44 0	82 28¼
Aug.	14	56 53	85 22	28 0	82 20½
Sept.	8	51 20	82 30	17 0	80 12¼
		Moose Fort			
	14	52 22	82 30	17 0	79 55
		Albany Fort.			

1775				Neigung
Feb. 3	Albany F.	15 Beob.	Pole 2 M. umgekehrt	79 18
März 13	Albany F.	16 Beob.	Pole umgekehrt	79 24⅓
Mai 6	Albany F.	12 Beob.	in freyer Luft	79 28¾

1773	Breite	Länge Greenw.	Abweich	Neigung

Die Beobachtung d. 9 Juni ist eine Mittelzahl aus zwey Reihen Beobachtungen in einem Zimmer und in freyer Luft, welche gegenseitig gut übereinstimmten. Die Beobachtung den 23 Juli in Hudsons Strasse ist auf dem Eise gemacht. Bei den 4 folgenden Beobachtungen wurden die Pole der Nadel umgekehrt. Die Beobachtung in Albany Fort den 14 Sept. ist unvollständig und ward deshalb im folgenden Jahre wiederholt.

XLIII. Journal auf einer Reise nach Ostindien in dem Schiffe *Grenville*, Capitain *Burnet Abercrombie*, 1775.

1775		Breite	Länge Greenw.	Abweich	Neigung
April	23	49°45'n	4°42'w		73° 1
	29	49 50	5 35		73 1
	30	49 25	6 12		73 4
Mai	1	48 25	6 19		72 6
	2	48 43	7 34		72 6
	3	48 46	7 41		72 2
	4	47 20	8 18		72 1
	5	46 12	7 27		71 6
	6	44 55	8 38	18 42 w	71 4
	7	42 50	10 19		70 3
	8	40 9	10 43		68 6
	9	38 24	10 42	17 51¼	68 2
	10	37 33	11 34	19 37	67 6
	11	37 0	12 4	20 3	67 1
	12	36 9	12 24		66 3
	13	35 6	13 16	20 27½	66 3
	14	33 30	15 33	19 22	65 1
	15	32 24	16 46		64 7
	16	31 20	16 41		63 7
	17	29 41	16 50		62 7
	18	28 33	16 46	18 23	61 6
	19	27 16	16 53	16 53	60 4
	20	25 45	17 29	16 7	59 4
	21	24 3	18 3	15 36	58 4
	22	22 25	18 37	15 7½	56 6
	23	20 36	19 18	13 37	54 5
	24	17 49	19 22	13 55½	51 3

1775		Breite	Länge Greenw.	Abweich	Neigung
Mai	25	15°28n	18°41'w	12°55	48° 6n
	26	14 22	18 46		46 7
	27	13 48	18 26		45 7
	28	12 46	17 34	13 0	44 3
	29	12 12	17 19	12 $40\frac{1}{3}$	43 4
	30	11 43	17 12	12 36	42 6
	31	10 40	17 20	12 33	41 5
Jun.	1	10 8	16 50	12 $56\frac{1}{3}$	41 0
	2	9 59	16 26	12 33	40 5
	3	9 15	16 9	12 $52\frac{1}{3}$	38 6
	4	9 10	15 58		38 3
	5	8 40	14 43		37 7
	6	8 20	15 53	13 33	36 4
	7	8 15	16 16	12 28	36 6
	8	8 15	15 49		36 6
	9	8 8	15 46		36 5
	10	7 43	15 51		35 6
	11	7 14	14 53		35 6
	12	7 5	14 39		34 7
	13	6 37	14 27	13 18	32 1
	14	6 32	14 6	15 28	32 5
	15	6 14	13 18	13 32	31 5
	16	6 5n	12 59		31 2
	17	5 49	12 15		29 6
	18	5 25	11 54		28 7
	19	5 7	11 38	13 40	28 4
	20	4 57	10 56	14 36	28 4
	21	4 54	10 38	14 40	28 2
	22	4 39	10 44		27 3
	23	4 32	11 6		27 4
	24	4 28	11 37		28 2
	25	4 21	11 11		26 7
	26	4 16	9 26		26 2
	27	3 42	8 45		25 0
	28	2 50	9 45	14 $26\frac{1}{2}$	24 0
	29	1 56	11 29	14 15	23 2
	30	1 11	13 48	12 $36\frac{1}{2}$	23 2
Juli	1	1 34	14 17	13 17	23 6
	2	1 10	16 16	12 44	24 2
	3	0 17	18 13	11 37	23 5
	4	1 8s	19 29	9 24	21 5
	5	2 21	20 3	8 50	19 3
	6	3 37	21 20	8 $45\frac{1}{2}$	18 7
	7	5 17	22 20	7 $50\frac{1}{2}$	15 0
	8	7 10	23 20	6 $29\frac{1}{2}$	11 0
	9	8 57	24 11	5 38	7 0
	10	10 50	24 44	4 0	1 4
	11	12 24	25 43	4 $17\frac{1}{2}$	2 2s
	12	14 6	26 28	2 $42\frac{1}{2}$	3 4
Juli	13	15°33's	27°37w	1°$44\frac{1}{3}$w	6° 2s
	14	16 59	28 45	1 21	8 5
	15	18 11	29 39	0 42	10 3
	16	19 1	30 4		12 0
	17	19 59	30 31		12 0
	18	21 29	31 15	0 16ö	15 7
	19	22 8	30 59	0 44	15 3
	20	22 20	31 0	0 44	15 6
	21	23 34	30 27	0 54	18 5
	22	24 39	29 33	0 16w	20 7
	23	25 48	29 47	0 8 ö	22 2
	24	27 18	30 24	1 8	24 5
	25	28 30	30 50	1 57	27 3
	26	29 35	31 29	1 52	28 4
	27	30 22	31 37	3 7	29 1
	28	30 37	31 8	2 $30\frac{1}{2}$	29 1
	29	31 33	30 2	2 10	30 3
	30	32 8	27 10	1 52	32 5
	31	33 19	24 3	0 44	
Aug.	1	33 35	21 22		35 2
	2	34 7	19 28	2 35w	34 6
	3	34 25	18 21	3 18	35 6
	5	33 23	13 20		35 6
	9	34 11	4 51	8 $25\frac{1}{2}$	
	10	34 15	2 0		38 6
	11	34 27	0 54 ö	12 43	
	12	34 36	3 34		41 0
	13	34 13	6 3	16 9	
	14	34 4	7 43	16 43	43 1
	15	34 9	9 24		43 2
	16	34 15	11 53	18 5	44 0
	17	34 15	14 39	19 $47\frac{1}{3}$	45 0
	18	34 15	17 5	21 12	46 6
	19	34 22	18 6		46 5
	20	34 15		22 51	46 3 }
	21	False Bay			46 4 }
Sept.	26	36 6	51 50		53 4
	28	34 49	56 26	27 30	58 4
	29	34 31	59 47	27 43	
Oct.	3	34 11	47 56	26 49	60 0
	5	34 16	53 35	25 48	
	6	33 57	56 1	24 42	60 6
	8	33 28	57 55	23 55	62 3
	9	33 30	59 53	23 53	62 3
	10	33 20	60 22	21 $47\frac{1}{2}$	62 4
	11	33 20	62 21	22 $58\frac{1}{2}$	62 4
	12	33 20	63 54	20 58	63 2
	13	33 26	65 59	20 $30\frac{1}{2}$	63 3
	14	33 14	67 52	19 35	62 5

1775	Breite	Länge Greenw.	Abweich	Neigung
Oct. 15	33°17′s	70°24′ö	18°43′w	
16	32 38	72 44		62° 3s
18	31 37	73 31		62 0
19	31 41	74 27		61 6
20	31 39	75 38	14 28½	
21	30 25	76 55		60 4
22	28 20	78 10	12 46½	58 7
23	26 28	78 29		57 3
24	25 37	77 39	8 41	57 0
25	25 44	77 45	9 30	57 1
30	16 45	79 59	4 4	47 3
31	14 45	80 27	3 17	45 1
Nov. 1	12 51	80 29		42 1
2	11 20	80 22	1 25	39 7
3	9 18	80 46	0 59	36 6
4	7 23	80 58	0 3	34 0
5	5 26	81 17	0 8	30 3
6	3 44	81 22	0 28 ö	27 3
7	2 30	81 43	1 9	25 5
8	1 11	81 43		23 0
9	0 18	81 3		21 1
10	0 47n	81 0	0 52	20 1
11	2 1	81 7		16 4
12	2 52	80 49		16 5
13	2 54	80 32		15 7
14	2 59	80 51		16 3
15	2 50	81 52		15 4
16	2 52	82 48		14 5
17	3 27	83 57		13 6
18	4 2	84 13		12 2
19	3 44	85 7		11 7
20	3 0	86 40		12 6
21	3 29	87 28		11 3
22	3 55	88 39		11 7
23	4 37	88 31		9 0
24	5 19	88 13	0 53	8 0 7 4
25	6 13	87 7		9 2 7 3 6 7 6 1 5 5
26	6 38	86 36		6 6
27	6 40	86 3		5 3
28	8 2	85 40		4 1 2 7
29	9 28	85 10		1 5 1 3 1 1

1775	Breite	Länge Greenw.	Abweich	Neigung
Nov. 29	9°28′	85°10′		0° 7 s 0 5 n 0 4
30	10 55	84 55		3 3
Dec. 1	11 1	85 15		3 1
2	10 50	85 58		1 5
3	10 33	86 49		2 4
4	11 13	87 2	1 36½	4 6
5	12 2	86 47	1 17	6 1
6	12 56	85 44		7 1
7	14 2	83 55		8 1
8	14 17	81 23		8 5
9	13 37	80 42		5 1
1776				
Sept. 10	13 7 13 8	80 20	Rhede.	5 5
		Fort S. George oder Madras, Haus der Compagnie		4 7
28				5 0
Oct. 3				5 0

XLIV. Beobachtungen in der Kriegsschaluppe *the Swallow* von Capt. *John Alex. Panton.*

1776	Breite	Länge Greenw.	Abweich	Neigung
14	8°32′n	81°30′ö	° ′w	4° 5 s
	Trinquemale			
28	8 41	76 54	11 2½	4 3
	Anjenga			
30	9 58	75 4		2 5
31	9 54	74 24	0 58	3 0
Nov. 1	9 57	73 35	1 25	2 6
2	9 59	72 30		2 4
	Scheulpar			
3	9 38	71 18		3 6
4	9 49	70 26	1 30	4 1
5	9 53	69 11	2 3	3 7
6	9 55	67 35		3 7
7	10 43	65 30	4 6	2 3
8	11 57	63 22	4 23	0 3
9	12 45	60 34	5 26	2 1 n
10	12 59	57 21	6 23	3 1
11	13 29	55 12	7 56	4 1
12	13 16	52 55	8 6	4 5
	Socotra			

1776	Breite	Lange Greenw.	Abweich	Neigung
Nov. 13	13°28'n	50°58'o	9° 4'w	5° 3n
14	13 51	49 37	9 33½	7 1
15	13 37	48 33	9 11½	7 5
16	12 54	47 4	10 6	5 7
17	12 41	45 25	11 27⅓	5 7
18	12 38	44 5	11 10	6 7
20	13 22	44 10	11 28½	8 3
21	Mocha Rhede		11 2	8 1
	13 20	44 11	Land	8 5
22	14 24	43 35	11 11	11 5
	Gebel Zeker			
23	15 29	43 12	13 5	13 3
	Gebel Tur			
24	16 2	42 49	13 38	14 7
25	16 24	42 22	13 54	15 7
26	17 5	41 54	13 47	18 2
27	18 14	41 0	13 56	20 0
28	19 36	40 30	13 2	23 5
29	20 59	39 56	12 55½	26 0
	Judda			
30	21 43	39 5	12 49	28 7
Dec. 1	21 56	37 57		30 0
2	22 44	38 24		32 0
3	22 46	38 11		31 2
5	22 54	37 44		31 6
6	24 16	38 29		34 0
7	24 17	38 21	14 56	
8	24 17	38 30		34 2
9	24 16½	38 30	14 1	34 2
10	24 16½	38 30	13 50	34 3
11	Vor Anker bey			34 2
14	Bareedy			34 4
15	24 19	38 18		34 2
17	24 25	36 30		34 6
19	25 4	36 10	11 44½	35 4
20	25 45	36 26	11 35	37 2
21	26 9	36 11		37 6
22	26 25	36 1	12 10	38 1
23	26 55	35 38	12 52	39 5
25	27 36			42 0
26	27 47		13 19	
	Ras Mahomet			
27	27 58		13 29	
28	28 4			41 2
29	28 16	V.Anker b. Tor		41 4
1777				
Jan. 2	29 12	Arab. Küste		43 2
3	29 35		12 50	45 3

1777	Breite	Länge Greenw.	Abweich	Neigung
Jan. 4	29°51'n	32°12'o	Sues	44° 7n
5	29 58	32 15		45 1
6	Vor Anker bey Suez			44 5
7				44 5
		Pole umgekehrt		44 0
		P. wieder umgek.		44 0
8				44 0
9				45 1

Die Neigungen auf dieser und der vorhergehenden Reise sind in ganzen und Achtels Graden angegeben.

XLV. Beobachtungen auf dem bewaffneten Briggschiffe *the Lyon* aus England nach Davis-Strasse und Labrador v. Lieut. *Rich. Pickersgill.*

1776	Breite	Länge Greenw.	Abweich	Neigung
Juni 12	49°12'n	9°25'w	24°21'w	
	49 12	9 26	24 39	
25	55 25	13 54		75° 0'n
Juli 2	58 25	26 10	32 5	
3	58 0	30 29	35 13	
8	59 53	46 19	41 38	76 59
12	60 40	47 45	38 40	
	61 4	48 0	40 56	
13	62 4	48 0	48 2	81 0
	62 11	48 0		81 30
14	62 12	48 15	47 35½	
	64 55¼	52 56½	50 36	81 22½
21	Musketto Cove		50 36	
30	65 38	59 30		85 45
31	65 48	59 10	54 0	
Aug. 12	66 26	56 15	56 54	
	66 27	56 15	55 50	
13	65 58	55 49	47 23	
19	64 32	53 50		84 32½

Die Neigungen am 25 Juni, 8, 14, 30 Juli und 19 Aug. sind Mittel aus vier verschiedenen Lagen der Nadel, zween mit unveränderten und zween mit umgekehrten Polen.

XLVI. Beobachtungen von Comm. *Löwenörn* auf einer Reise von Kopenhagen nach West-Indien 1782 — 1783.

A. Abweichungsbeobachtungen.

1782		Abweich	Breite	Länge Paris.	
Dec.		2.°15'w	49 29 n	2°14 w	
1783					
März	1	19 52	38 4	11 29	Lissabon
Apr.	1	21 20	37 16	12 50	
	2	20 36	36 30	13 30	
	3	20 45	35 0	15 30	
	4	19 21	34 10	16 40	
		18 48	33 30	17 20	
	5	18 42	33 0	18 0	
		18 17	33 0	18 0	
	9	18 22	33 35½	19 16	Funchal
	16	13 4	29 0	27 40	
	17	10 40	27 43	30 0	
	18	11 38	26 55	31 30	
		13 25	26 12	32 0	
	19	9 35	25 30	33 50	
	20	5 59	24 0	36 15	
	21	7 13	23 40	38 5	
	22	7 3	23 0	39 20	
	23	7 1	22 30	40 10	
	24	6 13	21 50	41 15	
	26	5 53	21 35	43 20	
	27	4 32	21 30	43 40	
	30	4 40	19 10	46 0	
		4 57	19 5	46 5	
Mai	1	4 41	19 0	48 0	
		4 12	18 57	48 30	
	2	3 36	18 50	50 20	
		1 21	18 52	50 50	
	3	3 26	18 45	52 10	
		2 11	18 36	52 40	
	4	2 56	18 12	53 40	
		1 10	18 20	54 0	
	5	1 32	18 19	54 40	
		0 19	18 20	54 55	
	6	0 14ö	18 30	55 50	
		0 4w	18 31	56 10	

1783		Abweich	Breite	Länge Paris.	
Mai	7	1°41ö	18°21'n	57°50'w	
	8	0 46w	18 15	58 10	
	9	0 15ö	18 26	60 25	
	12	1 15	18 15	64 55	
bis Juni	23 19	3 20ö	17 45	67 9	St. Croix
Jul. bis Aug.	19 7	5 32	19 46	74 38	Cap Français
	18	6 13	21 25	73 30	
	19	5 12	21 30	73 25	Türk Ins.
	21	4 18	23 30	73 20	
	23	2 44	24 16	72 0	
	24	3 14	25 15	71 25	
		3 11	25 45	71 15	
	25	2 26	26 10	71 5	
	26	0 48	28 30	71 25	
	27	1 19	29 7	71 30	
		1 24	29 20	71 50	
	30	1 32w	30 28	71 0	
Sept.	5	5 19	33 16	60 15	
	6	6 56	33 31	59 10	
		5 47	33 10	58 50	
	7	5 49	33 38	58 10	
	8	8 31	34 2	57 30	
	9	8 22	34 27	56 35	
		8 38	34 56	56 25	
	12	15 23	37 2	53 10	
	16	14 9	39 49	44 15	
	17	15 44	39 36	43 0	
	18	16 12	39 46	40 0	
	28	25 9	44 2	19 10	
		22 25	44 4	18 50	
Oct.	1	24 32	45 49	15 30	
	3	24 54	45 48	14 10	
	7	21 8	50 32	2 30	
	8	20 30	50 50	1 30	
		22 22	51 7	1 0	
	9	20 44	51 7	1 0	
	10	21 51	52 36	1 15ö	
	12	21 16	56 25	4 40	
	14—16	19 29	59 6	5 59	Flækkerö

B. Neigungsbeobachtungen.

Neigung	Breite	Länge Paris	Neigung	Breite	Länge Paris	Neigung	Breite	Länge Paris
74° 0 n	56° 42n	4°30ö	66°20n	33° 15n	58°57w	52° 30n	21° 30n	73°30w
73 0	54 48	3 0	66 10	33 8	60 46	56 40	21 27	43 20
70 15	49 28	2 14w	65 0	32 58	18 0	56 50	21 17	42 0
70 0	49 43	8 30	62 30	32 42	18 40	52 0	21 12	73 30
68 0	44 4	10 50	65 50	32 21	62 19	51 20	20 48	74 0
70 40	42 30	28 20	62 15	32 4	19 55	51 10	20 40	73 38
70 30	41 3	30 25	65 0	31 24	66 32	51 10	20 28	74 30
70 20	40 56	31 35	63 30	30 54	68 29	56 0	20 15	43 40
70 10	40 9	34 42	63 10	30 29	70 4	55 0	19 31	44 0
70 0	39 54	44 49	63 0	30 25	71 8	54 0	19 12	45 10
70 10	39 46	39 50	63 0	30 17	72 0	53 40	19 8	46 0
70 0	39 41	36 35	63 0	30 11	72 2	53 0	18 58	48 5
69 50	39 36	42 21	61 40	29 10	71 44	52 30	18 50	50 35
70 0	39 34	46 46	60 20	28 13	71 24	52 0	18 42	52 30
69 10	39 1	50 33	60 30	27 55	29 40	52 0	18 32	56 5
66 30	38 4	11 29	58 30	26 42	71 0	51 50	18 26	60 45
69 10	37 45	51 53	61 0	26 26	31 35	52 0	18 23	53 55
66 0	37 25	12 52	56 20	25 35	71 22	51 50	18 22	57 40
69 0	37 23	52 59	60 30	25 10	33 20	51 30	18 19	59 0
68 30	36 49	55 32	55 40	24 24	72 0	51 0	18 19	66 50
65 0	36 12	13 50	59 0	24 4	35 50	49 20	18 16	67 18
68 0	35 25	56 44	54 30	24 2	72 55	51 40	18 12	54 50
64 30	35 7	15 25	58 30	23 40	37 50	51 10	18 10	64 50
67 30	34 40	56 34	54 0	23 13	73 22	51 10	18 10	65 50
67 0	34 0	57 22	58 15	23 7	39 10	51 20	18 7	62 35
64 0	33 44	17 10	57 30	22 18	40 36	52 0	17 52	64 5
66 50	33 29	58 28	57 30	21 49	41 24	49 15	17 45	67 9

XLVII. Magnetische Beobachtungen des Comm. *Löwenörn* von Kopenhagen nach Island. 1786.

1786	Breite	Länge Kopenh.	Abweich	Neigung
May	55°43′	0° 56		71°30′n
	Rhede von Kopenh.			
5	58 0	4 35w	20°25′	
	58 15	5 50	21 51	
6	58 30	8 0	26 15	
	58 40	8 45		73 30
7	59 0	10 55	25 51	
	59 0	11 45	25 51	74 0
10	60 4	14 55	26 26	
12	61 13	28 5	32 15	
13	61 30	29 45	34 45	

1786	Breite	Länge Kopenh.	Abweich	Neigung
Mai 13	61°40′	29° 15′w		77°30′n
	61 50	29 50	33°40w	
14	62 30	32 20		77 30
	62 50	33 15	34 15	
17	64 4	34 27		80 0
	64 9	34 27	33 9	78 30
	Holmens Hafen			
Jun. 28	64 18′n	35 5	37 20	
	64 50	39 15		79 40
Jul. 3	65 3	45 15	45 10	
	65 6	42 15		80 50
8	65 30	38 15	40 6	
16	65 52	36 25	42 41	79 30
	Dyreſjords Hafen			
29	64 30	36 25	39 59	

1786		Breite	Länge Kopenh.	Abweich	Neigung
Aug.	6	64° 4′n	34°27,w	{35°21′w	
	7	Harnefjord Hafen		}31 52	
	13	61 55	37 0	35 59	
	23	60 55	6 30	22 36	
	25	60 55	5 0	24 28	
		60 53	3 50	23 20	
		60 40	3 10	25 7	
	26	60 34	3 10	25 5	

Bey den fünf letzten Beobachtungen mufs die Länge wenigstens 4 Grade zu klein seyn, denn die hier angegebenen Orte fallen mitten in dem festen Lande von Norwegen.

XLVIII. Beobachtungen von Comm. *Löwenörn*, auf einer Reise aus Kopenhagen nach der Strafse von Gibraltar. 1791.

1791		Abweich	Breite	Länge Kopenh.
Apr.	13	17°58′w	55°43¼	Rhede v. Kopenh.
	16	18 33	56 58	0°30′w
Mai	5	26 15	50 13	13 5
	6	25 23	50 17	15 15
	7	25 20	49 56	16 15
		25 27	49 46	17 5
	8	26 10	49 10	17 50
	9	25 44	47 21	18 55
	17	22 0	36 55	15 55
	18	22 5	36 54	20 15
		21 37	36 52	20 55
	19	21 7	36 46	19 55
Aug.	7	21 58	36 22	19 55
		21 56	36 37	16 15
Sept.	2	23 11	37 29	25 35
	3	23 40	37 56	26 15
	5	23 7	39 8	24 30
	13	24 40	47 32	20 25
		25 2	48 10	20 15
	14	25 28	49 20	19 55
		24 50	48 43	19 35

XLIX. Beobachtungen auf einer Reise von Cadix nach der Magellansstrafse 1785 und 1786 auf dem Schiffe *Santa Maria de la Cabeza* von D. *Antonio de Corduba*.

1785		Abweich	Breite	Länge Cadix
Oct.	11	20° 0′w	35° 5′n	1°26′w
	12	19 30	34 14	2 38
	16	16 1	28 18	9 29
	19	14 36	22 30	12 36
	22	12 30	15 37	13 57
	25	10 9	10 42	14 1
	26	9 32	9 25	14 11
	27	10 38	8 26	14 43
	28	11 48	8 20	14 43
	30	11 12	7 53	14 38
	31	11 4	7 15	14 58
Nov.	1	10 48	6 24	14 34
	2	9 11	5 34	14 57
	3	10 33	4 47	15 22
	6	9 42	3 21	16 10
	7	9 39	2 48	16 29
	9	9 15	0 41	18 46
	10	7 5	1 15 s	19 36
	13	2 34	7 33	23 12
	14	1 52	9 59	23 58
	15	1 13	12 13	24 31
	16	0 44ö	14 16	25 20
	17	1 19	16 44	25 56
	18	2 0	19 7	26 59
	19	3 9	20 39	28 10
	20	3 34	22 46	29 33
	21	3 10	23 13	29 18
	23	2 50	24 47	28 38
	25	6 34	27 55	31 25
	28	8 34	32 54	35 54
	29	9 23	32 54	35 50
	30	10 36	33 11	35 44
Dec.	1	10 39	34 2	37 2
	2	12 48	35 35	39 12
	3	13 16	36 12	40 50
	4	14 23	37 7	42 41
	5	15 18	38 44	44 35
	6	15 2	38 52	45 33
	8	16 18	41 5	49 40
	10	17 33	42 5	50 45
	11	17 41	42 53	51 48
	12	19 5	44 15	52 54

1785		Abweich	Breite	Länge Cadix.
Dec.	13	20°40′ö	45° 8s	53°12′w
	15	21 41	47 57	57 10
	16	23 2	49 6	59 54
	17	24 0	49 55	59 49
	18	25 0	50 55	61 3
1786				
März	18	23 12	52 4	61 18
	19	23 0	50 56	58 59
	20	22 38	49 22	56 42
	21	19 36	48 34	55 47
	27	14 32	38 57	41 47
	28	13 0	37 33	40 13
	30	10 33	33 54	35 56
	31	9 13	32 10	34 31
Apr.	3	7 45	27 41	32 41
	4	5 46	27 21	30 37
	6	3 56	25 47	27 14
	8	1 27	24 54	25 44
	10	0 22	24 19	23 40
	11	0 40	23 49	23 5
	12	0 38	22 18	23 20
	14	1 2w	19 45	25 4
	15	1 37	18 28	25 32
	18	0 48	14 47	26 50
	19	0 44	13 4	26 19
	21	1 15	10 17	25 39
	22	2 8	8 51	24 53
	24	3 20	5 44	23 51
	26	3 54	2 40	22 57
	27	5 24	1 13	22 18
	28	5 8	0 18	22 42
	30	5 0	1 25n	22 40
Mai	1	3 51	2 24	23 32
	5	3 21	7 57	27 49
	6	2 50	9 52	28 58
	10	3 51	16 48	32 16
	11	5 25	18 17	32 55
	12	5 52	19 52	32 20
	13	6 13	21 34	33 11
	14	6 58	22 58	32 30
	15	7 47	24 10	31 48
	17	8 37	27 14	30 4
	19	10 35	27 50	28 22
	24	13 0	36 12	29 11
	29	20 30	40 21	24 26
	30	21 28	40 7	23 28
Juni	5	21 40	41 45	19 28

Abweich	Breite	Länge Cadix.	Beobachtungsort
24° 8′ö	49°53′s	61°39′w	Cabo de Barreras blancas
23 19	52 19½	62 9½	C. de las Virgenes
21 12			Bahia de Romay
21 27	53 37	64 34	Puerto de la Hambre
22 20	53 37½	64 33	Punta de Sta Ana
21 46	53 47	64 34	Puerto de Varcarcel
23 59			
24 9	53 42	65 54	Puerto Galan

L. Beobachtungen des D. *Antonio de Corduba* auf einer zweyten Reise aus Cadix nach der Magellansstrafse 1788 und 1789 auf den Paquetböten *Santa Casilda* und *Santa Eulalia*.

1788		Abweich	Breite	Länge Cadix.
Oct.	6	22° 0′w	35°16′n	1°47′w
	9	19 44	31 22	6 30
	11	19 46	28 47	9 40
	17	14 23	17 8	13 48
	20	12 39	9 36	14 19
	31	7 22	2 31	16 26
Nov.	2	6 58	0 58s	18 57
	3	5 0	3 44	19 33
	5	3 53	8 51	21 7
	18	0 4	31 34	38 19
	24	9 37ö	35 22	41 55
Dec.	2	14 30	39 12	45 56
	12	20 3	45 37	52 24

Abweich	Breite	Länge Cadix.	Beobachtungsort
20°26′ ö	48° 5′s	59°40′	Isla de los Reyes
21 24	51 10		3½ leagu. von der Küste
22 57			Bahia de S. Gregorio
23 1	53 49	65 27	Puerto de Solano
23 8			Puerto Galan
22 44	53 10	67 20	Cabo de Lunes
22 40	53 2	67 45	C. de San Ildefonso

LI. Beobachtungen auf einer Reise um die Welt 1785 — 1788 in dem Schiffe *King George*, Capt. *George Dixon*.

1785	Abweich	Breite	Länge Greenw.
Oct. 30	9°20′w	13°20′n	22° 6′w
Nov. 1	10 16	10 6	22 15
6	11 2	7 14	22 0
9	9 30	5 28	21 40
14	9 26	1 22	22 30
17	5 58	1 27s	27 2
25	2 58	11 28	31 25
Dec. 2	3 38ö	23 12	36 20
5	5 25	25 26	38 40
8	6 15	29 39	42 35
12	11 16	34 36	45 9
16	14 1	38 35	48 49
23	15 35	46 24	53 36
27	19 26	48 35	53 26
1786			
Jan. 25	25 0	52 40	63 39
Feb. 2	25 36	58 9	64 55
6	26 10	60 5	69 35
9	27 14	59 9	73 13
10	28 35	58 2	73 44
18	26 20	55 31	82 30
März 2	17 2	50 16	83 41
14	13 50	42 46	84 43
23	9 17	34 8	90 52
29	6 30	28 2	98 33
31	5 0	25 8	100 51
Apr. 6	3 44	17 32	107 9
14	4 27	8 44	112 54
21	5 0	2 35n	116 30
28	5 15	7 20	118 19
Mai 8	5 50	17 4	129 57
12	6 17	20 3	134 37
30	8 0	20 45	156 41
Juni 14	10 9	23 10	160 45
20	15 10	30 6	160 41
Juli 1	17 20	41 31	152 6
10	19 30	51 24	149 35
Aug. 15	24 30	59 23	149 59
27	28 10	59 0	145 43
Sept. 7	24 0	58 5	137 48
19	24 18	51 56	133 17
29	20 0	49 15	127 35
Oct. 5	19 27	44 6	131 4

1786	Abweich	Breite	Länge Greenw.
Oct. 27	11°46′ö	32°27′n	145°27′w
31	9 27	29 5	147 59
1787			
Apr. 5	18 10	46 50	150 20
14	19 34	55 37	146 34
16	19 0	58 9	146 36
Mai 6	29 38	59 28	145 20
11	27 59	57 13	136 26
Juli 1	24 27	54 22	134 0
5	24 28	53 48	133 23
Aug. 16	16 16	41 40	131 0
25	9 18	27 37	140 8
28	8 37	24 4	143 6
29	6 6	23 21	144 6
Sept. 21	8 0	18 23	161 13
24	8 10	13 56	164 2
28	8 43	13 41	171 35
Oct. 5	12 0	13 47	182 23
11	12 10	13 5	192 6
18	8 21	13 22	205 4
21	7 15	14 1	210 32
23	5 34	15 25	216 27
29	1 25	19 2	229 44
31	0 0	19 52	232 0
Nov. 1	1 0w	20 18	233 12
1788			
Feb. 15	2 17	16 33	246 12
23	0 22	5 31	254 56
Apr. 28	19 30	27 0s	305 54
30	21 0	28 9	310 30
Mai 2	24 35	29 17	313 48
15	24 12	36 7	336 21
Juni 2	21 13	30 48	348 18
16	16 2	16 18	3 58

LII. Beobachtungen auf einer Reise um die Welt 1785 — 1788 in dem Schiffe *Queen Charlotte*, Capt. *Nathaniel Portlock*.

1786	Abweich	Breite	Länge Greenw.
Jan. 24	22° 1′ö	52° 7′s	62°49w
25	23 7	52 33	63 12
	22 45	57 53	63 39

1786	Abweich	Breite	Länge Greenw.
Feb. 1	24° 0′ö	58° 8′s	64°35w
6	26 19	60 9	70 13
7	26 21	60 8	71 11
9	26 34	59 14	74 5
10	26 48	58 9	75 45
22	22 50	54 4	81 19
23	22 53	53 19	81 32
März 1	19 47	52 0	84 15
2	17 32	50 22	83 24
3	15 2	48 36	82 32
10	12 41	43 33	82 10
12	15 7	42 53	83 2
16	12 6	40 53	85 36
18	10 52	38 6	86 56
19	11 57	36 38	87 55
21	10 23	36 17	88 7
23	9 19	34 11	90 0
24	8 14	33 29	90 37
26	7 29	31 46	93 23
27	7 10	30 46	94 26
28	6 29	29 20	95 42
29	6 36	28 0	96 44
31	4 32	25 7	98 33
Apr. 4	4 19	19 17	104 28
7	3 58	17 21	106 40
8	3 50	16 48	107 15
10	4 1	15 2	108 54
12	3 41	12 13	110 5
14	3 42	8 38	111 25
16	3 25	5 15	112 38
19	3 28	0 2	115 10
21	3 32	2 40n	116 9
Mai 2	2 55	9 45	121 46
15	7 21	20 1	140 7
16	7 34	19 59	142 12
18	8 15	19 57	145 50
19	8 17	19 58	147 3
22	8 14	19 19	151 25
30	8 0	20 46	156 43
Juni 17	12 0	26 36	161 22
18	13 5	27 48	161 7
19	13 25	28 53	161 9
27	15 48	38 14	155 56
Juli 1	16 30	41 20	151 18
4	17 0	45 3	150 0
8	17 40	47 30	147 32
15	22 21	57 2	148 32
18	25 39	58 29	151 4
Aug. 15	24 30	59 23	149 59

1786	Abweich	Breite	Lange Greenw.
Aug. 27	28°10′ö	59° 0′n	146° 3′w
Sept. 8	24 0	57 33	138 39
19	24 18	51 58	132 39
25	23 0	49 48	127 8
29	22 30	49 12	128 7
Oct. 2	19 0	46 48	131 6
5	19 27	44 6	132 42
19	11 17	34 26	136 22
27	11 46	32 24	144 12
Nov. 1	12 9	28 14	148 35
1787			
Apr. 5	18 10	46 52	149 27
16	19 0	58 10	147 18
Aug. 1	27 0	59 3	147 15
26	24 0	54 31	138 48
31	18 0	44 30	137 50
Sept. 5	15 15	38 49	136 49
9	12 45	33 35	136 2
12	11 22	29 51	136 59
17	9 45	25 48	136 12
22	8 0	20 17	143 7
Oct. 8	9 0	21 26	161 36
14	9 30	13 17	172 22
17	13 59	13 51	178 13
20	13 40	13 46	184 45
24	13 15	13 28	190 34
28	11 7¼	13 24	199 3
31	10 8½	13 29	203 56
Nov. 1	8 12	13 29	207 31
4	7 18	15 12	214 7
1788			
Feb.			
10—14	0 0	18 1	246 35
15	2 17	16 32	245 56
19	1 46	11 40	248 36
21	2 52	8 42	252 17
24	1 59	4 9	254 21
Apr. 15	4 38w	20 38s	285 15
21	9 6	23 47	296 30
25	15 17	25 25	302 19

LIII. Journal auf dem Schiffe *St. Thomas,* Capt. *Ulrich Lodberg* von Kopenhagen nach Tranquebar und Bengalen 1783 — 1785.

1783		Abweich	Breite	Länge London.
Juli	27	10°24'w	5°54'n	20°16'w
	28	10 22	5 18	19 24
Aug.	4	15 23	3 16	17 45
	5	15 11½	2 39	18 43
	6	14 42	2 19	19 32
	7	14 43	2 8	20 25
	8	11 49	1 25	21 10
	9	11 12	0 30	21 54
	11	11 2	0 21	22 2
	12	11 11⅓	1 8s	22 41
	13	10 28	1 51	23 2
	14	9 47	2 40	23 28
	15	9 34	3 28	24 2
	16	9 32	4 17	24 25
	17	8 54	5 4	24 43
	18	8 38	5 41	24 59
	19	7 46	6 17	25 13
	20	7 11⅓	7 13	25 34
	22	6 7	8 59	26 21
	25	4 34⅓	11 32	28 6
	26	4 47	12 33	28 19
	27	4 41	13 32	28 27
	28	4 45	14 29	28 13
	29	4 25⅓	14 57s	28 10
	30	4 25	15 44	27 57
	31	4 6	16 14	27 55
Sept.	2	3 50	17 32	27 25
	3	3 22	18 7	27 21
	4	2 51	18 57	27 22
	5	2 41	19 50	27 8
	7	3 20	21 18	25 53
	9	2 22	22 23	24 17
	11	3 32⅓	22 26	24 15
	12	3 45	23 6	24 9
	14	3 42	24 23	23 13
	15	4 2⅓	24 59	22 3
	16	4 53	25 5	21 15
	17	4 26	24 54	20 55
	18	4 21⅓	25 33	21 16
	19	4 1⅓	26 26	21 21
	20	3 54	26 58	21 34
	21	3 36	27 32	21 16
	25	6 32	29 7	15 51
	28	9°47'w	30° 9 s	8°54'w
Oct.	3	13 40	31 57	0 48
	4	14 12	32 12	0 32ö
	6	14 47	31 26	1 22
	10	17 18	33 22	5 7
	11	18 24	33 35	6 28
	14	17 37	35 2	6 8
	16	17 0	35 54	6 7
	17	17 38	35 50	7 5
	18	18 56⅓	35 24	7 42
	21	19 35	33 33	9 58
	22	19 2⅓	33 14	9 51
	23	20 14	33 24	9 55
	28	22 23	34 3	16 51

Tafelberg O. S. O. 8M

1784		Abweich	Breite	Länge London.
Jan.	31	28 40	36 12	34 25
Feb.	2	28 26	36 40	39 11
	4	28 23	36 43	41 34
	5	28 23	36 46	42 51
	8	27 0	36 47	47 56
	9	26 27	36 48	50 1
	11	23 54	36 29	53 31
	12	24 25	36 20	54 13
	16	22 34	35 30	61 21
	18	19 19	35 8	62 46
	19	21 18	35 8	63 14
	26	11 44	31 41	73 22
	27	11 3½	31 12	73 26
	28	11 54⅓	30 36	73 31
	29	10 10	31 10	73 51
März	1	10 30⅓	31 18	73 54
	2	9 30	31 10	73 58
	3	11 0	31 22	74 10
	4	11 44	31 37	74 16
	5	12 50	31 45	74 21
	7	10 57⅓	31 38	75 23
	8	11 44	31 27	75 47
	9	9 51⅓	31 18	76 56
	10	9 58	31 3	77 22
	11	10 57	30 50	77 35
	16	8 6	28 57	79 15
	21	6 52	24 5	79 56
	24	4 9	20 16	80 52
Mai	15	1 4ö	13 28	71 55
	16	1 2	13 35	72 5
	20	2 16⅓	15 11	73 37
	12	2 16	12 54	73 50

1785		Abweich	Breite	Länge London.	
Feb.	15	3°10′w	15°16 s	81°25′ö	
	16	4 26	16 48	79 52	
	17	5 3	18 17	78 9	
	18	6 4	19 47	76 22	
	24	15 30	24 1	64 22	
	25	16 50	24 32	64 3	
	26	17 55	25 2	63 20	
	27	18 12	25 46	63 3	
März	5	25 35	30 50	53 3	
	6	26 35	31 30	50 50	
	7	26 40	32 13	48 47	
	8	26 42	32 47	47 25	
	9	27 23	33 2	46 39	
	10	26 54	33 39	45 2	
	11	26 41	34 15	42 34	
	12	26 50	34 21	42 41	
	13	26 48½	34 18	42 35	
	14	27 15	34 14	40 58	
	15	26 11	34 46	37 52	
	16	25 1	35 14	37 6	
	17	24 21	35 40	35 9	
	18	23 49	35 26	33 47	
	19	24 32	35 22	33 24	
	20	23 42	35 14	33 8	Nadel C.
Apr.	13	21 17½	33 37	17 39	
	14	20 38	32 45	16 47	
	16	18 49	32 28	16 19	
	19	19 56	28 54	12 11	
	20	19 49	28 8	11 33	
	21	20 19	27 22	11 10	
	23	18 41	26 22	9 51	
	24	19 15	25 13	8 34	
	25	18 19	23 49	6 39	
	26	17 51	22 46	5 19	
	27	17 20	21 49	4 9	
	29	16 12½	19 9	0 43	
	30	15 41	18 3	0 41w	
Mai	1	14 55	17 7	1 49	
	2	14 25½	16 11	2 45	
	3	14 18	15 21	S. Helene Ins.	
	4	14 33	14 14	6 47	
	6	13 29	12 14	8 28	
	7	13 12½	10 52	9 30	
	8	12 43½	9 41	10 51	
	9	11 39	8 17	12 25	
	10	12 35	6 50	13 39	
	13	10 32	2 52	17 20	
	14	9 52	1 42	18 33	
	15	9 20	0 54	19 23	

1785		Abweich	Breite	Länge London.
Mai	16	8°14′w	0°12 s	20°20′w
	17	8 9½	0 20′n	20 43
	19	7 47½	2 42	21 19
	22	6 13	5 0	22 31
	26	6 7	6 17	24 10
	27	6 40	6 38	24 26
	28	5 21	6 51	24 54
	30	5 6	8 34	26 46
	31	5 4½	9 28	27 39
Juni	1	4 1	10 18	28 28
	2	4 11	11 10	29 16
	4	3 38	13 5	30 59
	5	3 20	13 56	31 49
	6	3 18	14 58	32 29
	8	3 29	17 35	33 53
	9	3 26½	19 6	34 20
	10	3 42½	20 16	34 39
	11	4 2	21 11	34 55
	15	4 33	26 3	36 17
	16	5 40	27 15	36 17
	17	5 38	28 1	36 20
	19	5 32	30 55	36 27
	23	12 39	37 2	37 27
	27	17 2	40 46	36 39

Den 27sten traf man auf eine *Brigg* aus Liwerpool, welche 44° W. L. rechnete.

LIV. Journal gehalten auf dem Fregatschiffe Gen.-Maj. *Schimmelmann* von Kopenhagen nach St. Thomas in Westindien von Lieut. *H. Kaas.* 1784.

1784		Abweich	Breite	Länge Teneriffa
Jun.	30	18°50′w	39°29′n	359°53′ö
Juli	3	16 26	34 46	356 26
	7	15 30	30 17	350 20
	8	15 6	28 50	348 17
	11	13 10	25 59	342 11
	13	10 10	24 21	338 48
	14	8 22	23 50	337 36
	17	6 48	21 54	332 57
	18	4 28	21 7	330 56
	20	2 0	19 47	326 46
	23	0 52ö	17 50	320 27
Nov.	10	3 14w	30 4	319 41

LV. Journal des *la Perouse* auf einer Reise um die Welt 1785 — 1788.

A. Beobachtungen am Bord der Boussole.

1785		Breite	Länge Paris.	Abweich	Neigung
Aug.	4	45°33'n	10°34'w	21°14'w	
	5	44 15	11 4	21 0	
	6	43 23	11 42	22 40	
	8	38 59	14 45	22 40	
	9	36 52	15 19	18 55	
	11	35 2	16 21	19 0	
	16	32 31	19 15	16 0	Funchal
	17	31 28	19 8	16 0	
	19	28 32	18 52	16 5	
	30	28 21	18 31	15 52	Teneriffa
	31	27 11	18 43	15 38	
Sept.	1	25 37	19 9	15 10	
	2	23 56	19 9	15 6	
	6	17 34	22 30	12 7	
	8	15 17	22 27	8 11	
	10	14 12	22 14	8 49	
	13	12 9	22 10	7 45	
	14	11 2	21 58	10 23	20° 0'n
	15	10 22	21 41	10 16	
	18	7 37	18 56	12 4	
	19	7 3	18 53	12 12	
	21	5 21	18 2	11 15	
	23	3 41	16 10	12 30	
		☾	16 26		
	24	2 54	15 26	13 47	
	26	1 39	15 37	13 26	
		☾	15 57		
	27	1 17	16 29	13 36	
	28	0 50	17 31		18 0
	29	0 11	18 33		17 0
	30	0 42's	19 12		17 0
Oct.	1	1 43	19 41	9 50	16 0
	2	3 0	20 22	9 59	
	3	4 17	21 3	9 19	
	4	5 37	24 42	8 10	10 30
	5	6 50	22 12	8 43	8 30
	6	8 5	23 1	8 44	7 0
	7	9 29	23 39	8 44	3 30
	8	10 46		5 56	0 0
		10 57	24 9	5 50	
	9	12 14	25 1½	5 30	0 13s
	10	13 23	25 23	5 14	0 30
	11	14 29	25 46½	4 7	2 30
		☾	25 46		

1785		Breite	Länge Paris.	Abweich	Neigung
Oct.	12	15°46's	26°30½	3°34'w	4° 0's
		☾	26 32½		
	13	17 3	27 14'w	5 14	5 30
	14	18 39	28 9	3 1	8 30
	15	20 23	28 52	1 46	12 15
	16	20 38	30 37	1 1	13 45
	17	20 39	31 24	0 57ö	
	18	20 39	31 19	1 0	15 0
	19	21 1	33 7		14 30
	21	20 34	35 7	1 42	17 15
	22	20 28	36 16	1 54	
	23	20 29	37 43		13 30
	24	21 27	38 25	3 32	13 45
	25	23 26	39 57	4 0	17 0
	26	24 11	40 56	4 40	
		☾	41 19		
	27	25 3	41 26½	4 55	20 0
		☾	42 1		
	28	24 45	41 54	4 55	20 0
	29	24 49	42 53		20 30
	30	25 32	44 31	6 30	
Nov.	1	26 48	46 41	9 5	
	2	27 33	47 53	9 50	
	4	27 11	49 19	11 30	
	5	26 51	49 49	12 12	29 30
	6	27 20	49 56	12 12	
	19	27 21	50 0	12 0	30 30
		S. Catharina Ins.			
	20	27 27	49 15	11 0	
	21	27 59	49 9	10 0	
	22	28 52	48 22	11 16	
	23	30 50	47 58	9 0	
	24	31 34	46 20	7 31	33 0
		☾	47 2		
	25	32 34	45 58	7 20	
	26	33 36	44 42	7 20	
	27	35 3	43 39	8 7	
	28	35 24	44 10	7 10	
	29	35 44	42 59	8 21	41 0
	30	36 27	41 41	8 52	
Dec.	1	37 38	39 29		43 0
	3	40 1	36 34		43 30
	4	40 49	35 22	7 52	
	5	42 31	34 55	7 54	
	6	43 48	34 14	8 32	
	7	44 34	33 9	6 59	50 0
		☾	34 14½		
	10	44 44	33 40	8 27	
	13	45 19	35 22	8 33	

1785	Breite	Länge Paris.	Abweich	Neigung
Dec. 14	44° 0′s	35° 30′w	9° 20′ö	51° 0′s
15	45 27	36 26	8 32	
17	44 42	38 6	10 47	
18	44 53	39 25	11 52	
19	44 55	41 2	11 56	
20	44 47	42 25	12 16	
22	44 44	44 8	12 53	
	☾	44 57		
23	45 26	48 31	12 39	
24	45 26	45 25	12 58	
27	42 42	47 50	13 30	
29	41 45	48 57	14 47	
30	42 9	49 20	14 17	
31	42 19	50 37		50 0
1786				
Jan. 1	41 33	51 5	15 29	
2	41 20	52 11		51 0
3	42 33	53 20	16 45	51 45
4	42 45	54 42	16 11	
	☾	55 50		
5	43 38	55 44	17 44	
	☾	57 10		
6	44 44	56 33	17 9	
7	44 55	57 23	17 21	
8	45 31	58 17	18 18	55 30
	☾	59 31½		
9	46 48	59 47	18 45	
10	47 47	60 7		57 0
11	48 12	60 26	21 26	
12	47 58	61 15	20 19	59 15
13	46 50	62 9	22 24	
14	48 0	63 29	22 0	
15	48 55	64 40	21 46	59 30
16	49 40	64 45	20 16	
17	50 5	65 50	21 25½	52 15
18	49 56	66 45	21 20	
19	50 15	67 59	21 55	
20	50 57	68 49	21 22	51 0
	☾	70 10½		
21	51 55	69 11	22 47	
22	52 21	68 55	22 49	62 0
	☾	69 55½		
23	53 40	68 6	20 10	
	☾	69 18		
24	54 55	66 41	21 0	63 0
	☾	68 12½	Cap S. Vincent	
25	55 48	65 54	21 0	63 30
27	57 59	67 26	20 30	64 45

1786	Breite	Länge Paris.	Abweich	Neigung
Jan. 29	58° 22′s	70° 12′w		67° 30′s
30	57 54	70 30	22° 30′ö	
31	58 23	70 44		66 30
Feb. 1	58 3	71 25	23 28	66 15
2	58 24	72 46	25 39	68 0
3	58 51	74 56	25 0	
4	58 50	75 11	24 30	
5	59 48	76 2		70 0
7	59 20	78 41		72 15
9	57 21	82 38		71 30
10	56 1	83 51	20 50	
12	53 5	84 14	22 29	68 0
13	51 17	84 1	20 8	67 30
15	48 3	83 0		64 30
16	45 17	82 22	17 30	63 0
17	43 25	81 24		60 30
18	42 13	80 36	14 27	58 0
19	41 4	79 20	14 10	57 45
	☾	80 42		
20	39 54	77 42	14 23	54 45
	☾	78 47		
21	39 8	76 17	14 29	
	☾	77 30½		
22	37 51	75 13	15 44	52 0
	☾	76 19½		
23	36 42	75 0	15 30	50 0
	☾	75 50½	Conception	
26	36 43½	75 30	15 15	50 45
	Observatorium zu Talcguana			
März 18	36 27	75 34½	15 14	
20	33 44		14 11	49 0
21	32 32	81 18		48 0
23	30 3½	85 52	16 50	
	☾	85 40½		
24	29 45	87 44	14 0	
	☾	87 41		
25	29 12	89 12½	10 2	46 0
	☾	89 22		
26	28 31	90 52	9 0	
27	27 56	93 8	7 50	44 0
28	27 12	97 40	6 15	
30	27 7	99 11	6 22	42 30
31	27 1	101 1	5 5	43 0
Apr. 1	27 4	103 2	6 51	42 45
2	27 9	105 17	5 45	42 0
3	27 4½	107 19		42 0
10	27 9	111 55½	5 10	
	Osterinsel			
11	26 24	111 51	2 26	41 0

1786	Breite	Länge Paris	Abweich	Neigung
Apr. 12	25° 0½	111 52'w	3°11ö	40°4
13	23 22	111 47	3 58	38 30
14	21 47	111 54	3 40	34 0
15	20 34	111 52	4 32	33 0
16	19 4	112 14	4 46	32 0
17	17 30	112 53	4 20	27 0
18	16 1	113 17	4 52	
19	14 8	113 26	4 50	
20	12 15	113 33	5 5	
	☾	113 16		
21	10 7	113 43	4 23	
	☾	113 25		
22	8 19	114 10½		12 30
23	6 37	114 40		11 0
	☾	114 35		
24	5 26	115 43		7 0
25	4 17	116 49	3 35	6 30
26	3 21	117 49	3 9	2 45
27	2 15	118 26	2 21	2 20
28	0 54	118 45	2 6	1 0
29	0 18n	118 0	2 58	0 0
30	1 40½	119 7	1 1	0 20 n
Mai 1	2 59	119 53		1 0
2	4 6½	120 35		1 50
3	5 7	121 14	0 44	
4	5 49	121 2	1 2	5 0
5	6 11	121 11	1 35	
6	7 6	121 46		6 0
8	9 25	123 54	3 17	10 0
9	10 44	125 34		13 0
10	11 52	127 1	2 28	13 0
11	13 34½	128 19½		21 0
12	14 46	129 38		23 0
13	16 21	131 51		28 0
14	17 48	132 35		29 0
15	19 11	134 1	4 0	
16	19 51	135 50		33 0
17	19 59	137 36		31 0
18	20 3	139 0	6 38	
19	20 3½	140 52	6 51	33 0
	☾	140 48		
21	19 57	144 11	8 20	32 30
	☾	144 2		
22	20 5	146 24	9 0	
23	20 7	148 7	9 18	
24	20 47	150 26		31 30
25	20 58½	152 36		32 30
26	21 0	154 34	9 20	
28	20 50½	157 19		33 0

1786	Breite	Länge Paris	Abweich	Neigung
Mai 29	20°34½n	158°25'w	8°40'ö	28 0'n
30	Mowee Insel		8 42½	
31	21 15	159 41		30 0
Jun. 1	22 53	160 21		34 0
2	24 49	160 22	8 42	38 0
	☾	160 17		
3	26 29	161 0		38 0
4	28 2	161 15	10 27	
5	29 9	161 15	11 0	
6	30 47	160 40	11 15	44 30
8	33 54	159 31	11 40	49 30
10	35 51	158 32		53 30
11	37 2	158 14		51 30
13	39 19	157 9		53 30
14	41 17	156 15		56 30
15	43 12	154 54		59 0
16	44 59	153 2		60 0
17	46 52	151 6		61 15
18	48 22	149 42		64 0
19	50 5	148 29	22 50	66 30
20	51 50	147 27	22 38	67 45
	☾	148 4		
21	53 17	146 46	24 49	
22	55 41½	145 8	25 30	72 0
23	57 26	143 42	27 40	74 0
24	59 22	143 4		74 0
26	59 41	142 41	31 14	74 0
27	59 18	142 20	32 19	
30	58 54	141 21	32 34	
Jul. 1	59 7	140 52	31 22	76 0
2	58 38	140 17	30 34	
5	58 38	139 46 }		74 15
24	Port Français }			73 30
Aug. 1	58 22	139 46	31 0	
3	58 12	139 31	30 20	
6	57 18	138 32	28 37	
7	56 30	137 25	28 20	73 30
8	55 41	136 48	28 46	
12	54 6	136 4	30 40	
17	53 12	136 36	27 54	
18	52 35	134 1	27 56	73 0
19	52 3	134 1	25 38	
20	51 40	133 33	24 8	
21	52 1	132 50	24 3	72 50
23	51 47	131 43½	24 31	
24	51 1	131 27½		66 45
25	49 58½	130 5½	24 10	
26	49 16	129 37	22 18	
28	48 37	128 55	19 38	68 30

1786	Breite	Länge Paris	Abweich	Neigung
Aug. 29	48°39'n	128° 4'w	19°31' ö	68°15'n
Sept. 1	46 39	126 45	18 53	
	☾	126 42		
2	45 57	126 30	17 7	
5	43 0	126 48	15 0	61 30
6	41 27	126 42	15 50	
7	40 48½	127 0	15 33	
8	39 54	127 7½	14 24	
10	38 15	126 44		57 0
11	37 2	126 14		56 45
12	36 56½	124 52		57 0
14	36 51	123 46	12 55	57 30
		124 34		
15	Monterrey		11 57	
24	36 38	123 46	11 24	
	☾	123 42		
26	36 41	124 23	12 59	
	☾	123 24		
27	35 44	125 7		51 50
29	32 44	137 49		50 30
	☾	128 39		
30	30 58	129 53	9 19	
Oct. 1	29 24	131 33	9 46	
2	28 39	133 0	9 30	
3	28 10	134 13	9 35	
4	27 54	134 50	8 39	43 30
5	27 29	135 29	9 14	
6	27 35	136 55	10 20	
7	27 55	137 53		42 0
8	28 3	139 10	8 27	
9	28 0	140 31	8 24	
10	28 0	142 8	9 13	
11	27 53	143 42		41 30
13	27 51	144 52	8 38	41 0
14	27 44	146 1		
	☾	147 38		
15	27 52	148 4	9 24	41 0
16	27 54	147 50	9 28	
17	27 49	148 8		
	☾	149 30		
18	27 44	149 19	9 34	
19	28 2	148 49	9 40	
20	27 37	149 34	8 57	41 0
22	28 7	150 53	8 57	
24	27 46	152 51	10 14	
25	27 27½	153 9		40 30
26	27 24	153 57	10 11	
	☾	155 32		
28	26 52	157 12	9 18	

1786	Breite	Länge Paris	Abweich	Neigung
Oct. 30	26°20 n	157°22'w		37°30'n
Nov. 1	25 40	158 50	9°20ö'	
2	24 30	161 0		36 0
4	23 29	164 40	9 1	34 30
	Necker Insel			
5	23 35	165 40	9 37	34 0
6	23 37	166 47	9 36	
7	23 33	167 49	8 57	
9	21 31	171 29	8 38	
12	21 13	175 58	8 47	
	☾	177 31		
13	21 8	177 13	9 30	
14	20 47	176 50	10 6	
15	20 31	177 15		
	☾	178 50½		
16	20 13	179 6ö	12 9	
18	19 54	178 35	12 12	
19	19 28	178 0	13 0	
20	19 36	176 56	12 14	
21	19 57	176 4	11 27	
22	20 8	175 11	12 14	
23	19 30	174 11	11 52	
24	19 41	172 41	12 30	
25	20 39	172 32	12 27	
26	20 29½	171 30	13 24	
	☾	169 51		
27	20 44	170 1	12 36	
	☾	168 28		
28	20 18	168 9	11 42	
	☾	166 33		
29	20 29	166 28	12 12	
	☾	164 40		
30	20 26	165 2	10 35	
Dec. 1	20 51	164 25	12 34	
2	21 34	163 54	12 32	
4	20 46	161 54	9 59	
5	20 59	159 50	10 44	
6	20 58	158 5	11 18	
8	21 19	155 51	9 14	
9	20 49	153 36	8 24	
10	20 56	151 50	8 0	
11	20 46	150 5	7 13	
	☾	148 21		
12	20 28	148 10	5 49	
	☾	146 20		
15	19 43	144 46	6 14	
	Assumption Ins.			
17	19 53	142 4	5 33	
18	20 2	140 58	4 58	

1786	Breite	Länge Paris.	Abweich	Neigung
Dec. 19	19°49′n	140°28′ö	5° 1′ö	
20	19 59	138 55	4 7	
21	19 56	137 37	3 1	
22	19 58	136 19	3 0	
23	20 8	134 38	2 11	
25	20 34	129 48	1 53	
	☾	127 43		
26	20 23	127 2	0 45	
27	21 13	125 4	0 33w	
	☾	123 18		
28	21 8	122 48	0 41	
	☾	120 50½	Bashés	Ins.
29	21 15	121 43	0 12	
	☾	119 36		
30	21 19	120 25	0 23	
1787				
Jan. 1	22 19	115 55	0 30	
Feb. 6	21 59	112 26	0 52	
9	20 55	113 27	0 15	
11	18 52	115 41	0 50	
15	18 15	117 24	0 36	
16	17 54	118 0	0 2	
27	14 29	118 51	0 33	
März 28	Cavite, bey Manille			11° 5′n
Mai 7	25 55	121 27	0 53ö	
9	27 43	121 15	1 37	
10	28 21	121 45		
22	32 59	124 5		45 5
	☾	124 1		
25	34 31	126 21	1 45	
26	35 29	127 5		44 0
	☾	127 1½		
28	36 41	127 38	1 54	45 30
29	37 9	128 26	2 11	
	Dagelet Insel			
30	38 12	129 9	1 44	
Jun. 2	37 38	131 37	0 36	
3	37 17	131 56	0 20	
5	38 7	133 3		47 0
8	39 20	132 57	0 7	
9	40 4	131 19	0 35w	
10	40 49	131 5	0 3	47 3
	☾	130 59		
11	41 55	131 21	1 6	48 5
	☾	131 15		
12	42 35	131 49	0 19	
13	42 49	132 6	2 33	53 0
15	43 53	133 44		55 0

1787	Breite	Länge Paris	Abweich	Neigung
Jun. 17	44°20′n	133°55′ö		55° 0′n
27	45 13	134 45	1°42′ö	
	☾	135 24	Ternay	Bucht
28	46 8	135 54	1 10	58 0
29	46 51	136 56	1 10	
Jul. 5	47 43	137 16		62 5
6	48 0	137 45	2 54	
7	48 31	138 41	2 45	63 0
8	48 23	139 8		63 5
10	48 22	139 23	0 46	
11	48 4	139 41	1 0	65 3
	☾	139 38		
12	47 53	139 45	0 47	
13	47 49	140 13	0 47	
	Baie de Langles			
14	48 13	139 55		63 5
20	49 26	139 48		64 4
	☾	140 15	Baie d'Estaing	
24	51 29	139 37		71 0
Aug. 1	51 28	138 33	1 50	
	Baie de Castries			
3	51 19	139 27	1 7	
4	50 48	138 36	1 7	
7	50 6	138 50	1 8	
9	48 25	139 12	1 50	
	☾	139 3	Lamanon Berg	
10	46 45	139 24	1 27	
	☾	138 47		
11	45 57	139 39	1 33	C.Crillon
13	45 21	140 22	1 37	C.Aniva
14	45 27	141 1	2 11	57 0
15	46 9	142 17	3 0	
16	46 20	143 21		54 0
18	45 57	144 15		58 0
19	46 19	145 47	3 32	
20	46 27	147 42	5 32	
	Staatenland			
21	47 10	148 27		57 0
22	47 14	148 24	5 4	
24	47 22	148 47	5 27	52 5
28	47 7	149 26	4 46½	
	Marakina Insel			
Sept. 3	49 16	156 21	6 3	
4	50 23	156 50	6 4	
	☾	156 23		
5	50 56	157 31	6 53	
	☾	157 15		
Oct. 5	44 42½	158 50		43 0
6	45 16	159 36½	10 4	

1787		Breite	Länge Paris	Abweich	Neigung
Oct.	6	☾	159°39′ö		
	10	40°26½	162 28½	12°23′ö	36°30′
	12	38 46n	163 16	13 12	
	13	38 46	164 18	11 1	
	14	38 5	164 14		33 30
	16	37 37	167 34	12 42	
	17	37 28	170 18		28 50
	24	35 45	179 11w	11 50	
	25	34 56	178 20	12 0	
Nov.	2	26 21	175 37	12 8	
	3	25 13	175 42	12 9	
	7	17 54	176 2	11 30	
	11	12 56	176 6	11 15	
	13			10 35	
	14	7 38	175 27		10 30
	15			9 7	
	17	3 40	175 9		4 30
	18	3 9	175 56	8 30	
	19	2 4	176 22	9 13	
	20	0 54	176 29	9 37	
	21	0 34s	176 36	10 6	
	22	1 48	176 10	10 44	
	23	2 47	175 50	9 44	
	25	3 47	174 26		6 0
	26	3 52	173 53	9 9	
	27	4 17	173 41	10 7	
Dec.	3	11 35	170 7	9 53	
	4	12 10	169 58	8 43	
	5	12 42	170 27	8 55	
	6	13 19	170 47	8 45	
	7	14 7	171 27	9 42	
	8	13 59	172 19	9 31	
	9	14 13	172 30		18 30
	12	14 12	172 49	9 8	
	13	14 7	172 58	8 27	
	19	14 22	175 47	9 13	
	21	15 26	176 29	10 53	
	24	17 12	175 22	11 38	
	28	18 25½	176 13		29 22½
	30	19 55	177 26	11 30	
	31	21 5	177 39	10 57	
1788					
Jan.	1	21 39	177 47	11 38	33 0
	2	22 26	177 48	10 50	
	3	22 36	178 4	10 27	34 0
	4	22 20	178 45	10 5	
	7				37 0
	9	25 51	172 21ö		39 0

1788		Breite	Länge Paris	Abweich	Neigung
Jan.	11	28° 0′n	169°28′ö		46°45
	12	28 57	167 22		51 34
	15	29 26	162 36		49 33
	16	30 26	160 40	9° 5	
	17	31 28	158 38	9 20	54 0
	18	32 17	156 49	10 23	
	19	32 48	155 22½	10 7	55 30
	20	33 17	153 18	9 32	
	21	34 2	152 4	9 42	
	22	24 9	151 25	11 23	56 32
	23	33 43	150 5	11 22	

B. Beobachtungen am Bord der *Astrolabe.*

1786		Breite	Länge Paris	Abweich	Neigung
Aug.	13	32°42′n	19°11′w	18°18′w	
	17	31 25	18 44	17 40	
	24	28 27½	18 36½	16 45	
	26	Teneriffa		16 58	
	27			14 32	58° 0′n
	28			14 56	
	29			16 7	
	30			17 5	
	31	27 6	18 47	19 12	
Sept.	1	25 9	19 44	15 35	
	3	22 11	20 42	14 17	
	6	17 37	22 24	12 20	
	7	16 19	22 19	12 31	
	9	14 57	22 19	11 46	
	10	14 11	22 11	11 30	32 15
		☾	22 10		
	13	12 12	21 57	10 59	
		☾	22 5		
	15	10 8	21 31	10 45	
	17	8 31	18 49	11 0	
	18	7 39	18 42	10 58	
	25	2 20	14 4		9 30
	26	1 51	15 15	11 31	
		☾	15 7		
	30	0 41s	18 29	9 36	8 15
Oct.	1	1 40	19 0	9 55	7 0
	2	2 52	19 41	9 40	6 22
	3	4 22	20 25	8 40	4 15
	4	5 42	20 50	8 32	2 0
	5	6 51	21 22	7 25	2 0s
	6	8 11	22 7	8 13	3 15
	7	9 54	22 42	6 40	6 45
		☾	23 21		

1786		Breite	Länge Paris	Abweich	Neigung
Oct.	9	12°19's	23°52 w	5°49'w	11° 0's
		☾	24 28		
	11	14 38	26 9	4 45	15 30
	12	15 52	26 14	4 30	
		☾	27 0		
	13	17 7	27 40	3 30	
	14	18 52	26 49	2 33	23 0
	15	20 28	26 49	1 58	
	16	20 43	28 53	1 0ö	
	17	20 42	29 51	1 28	26 30
	18	20 42	29 54	1 50	
	19	21 7	31 30	1 45	28 0
	21	20 48	34 0	2 24	
	23	20 30	35 43	2 16	
		☾	37 36		
	24	21 26	38 0	4 36	
	27	25 5	39 36	7 6	
		☾	41 44		
	28	24 47	39 34	7 9	
		☾	41 41		
	30	25 25	42 3		36 15
Nov.	2	27 39	45 33	9 4	
	5	27 0		9 55	
	17	27 18	47 16		39 52½s
	18	S. Catharina I.			38 0
	19				40 15
	25	32 37	45 35	10 24	
		☾	45 43		
	28	35 23	44 20	9 57	
	30	36 27	42 1	9 31	50 30
Dec.	5	39 56	37 0	8 33	
	8	45 9	33 24	7 41	
		☾	35 12		
	9	44 17	33 11	7 40	
		☾	34 18		
	12	44 33	35 38	7 46	
	14	44 0	36 4	8 45	
	17	44 43	38 48	12 15	
	19	44 35	41 54	13 0	
	22	44 50	44 55	13 41	
		☾	44 0		
	25	42 27	47 9	13 55	
		☾	46 43		
	27	42 20	48 23	14 8	
	29	44 46	49 7	15 8	
1786					
Jan.	3	42 37	54 28	16 44	
		☾	54 31		

1786		Breite	Länge Paris	Abweich	Neigung
Jan.	6	44°53s	57°24 w	17°29'ö	
	8	45 32	59 26	19 0	
		☾	60 13		
	10	47 47	61 0	20 3	
	11	48 14	61 38	20 24	
	12	47 58	62 30	20 25	
	14	47 52	64 47	20 50	
	15	48 57	65 51	21 41	
	16	49 45	66 10	21 58	
	17	50 4	67 7	22 11	
	19	50 16	68 56	23 27	64°30s
	20	50 58	70 29	23 18	
		☾	68 34		
	22	52 22	70 49	22 47	
		☾	69 32		
	24	54 33	67 58		68 15
		☾	66 50		
Feb.	2	58 22	74 22	27 5	69 37
	4	58 27	76 27	27 11	70 11
	9	57 15	84 52		
	18	42 19	82 41		62 15
	20	40 1	80 3	17 29	59 20
		☾	78 39		
	21	39 5	78 17	15 39	
		☾	77 9		
	22	37 51	77 28	15 0	
		☾	76 28		
	23	36 42	76 31	14 49	
		☾	75 45		
	24 bis März 15			15 20	56 0
	18	36 38	75 58	15 20	
	20	33 40	79 6	14 0	
	23	30 31	85 45	10 40	
		☾	85 32		
	24	29 48	87 28	9 33	
		☾	87 8		
	25	29 12	89 1	9 22	
		☾	88 54		
	26	28 35	90 37	7 55	
		☾	90 24		
	27	27 53	92 52	7 56	
	30	27 8	99 1	7 14	52 56
	31	26 59	101 1	7 11	53 0
Apr.	1	27 6	103 3	7 57	
	2	27 7	105 44	5 28	
	4	27 10	109 0	5 9	
	7	26 57	109 54		52 7

1786		Breite	Länge Paris	Abweich	Neigung
Apr.	11	25°26s	111°56'w	3°54'ö	
	13	25 19	111 54	4 2	54° 4s
	16	19 5	112 15	4 38	
	19	14 12	113 19	4 8	
	20	12 14	113 30	4 19	
		☾	113 9		
	23	6 40	114 59	3 50	
		☾	114 31		
	25	4 20	116 54	2 55	35 53
	26	3 20	118 8	2 4	33 30
	27	2 15	118 40	2 50	
	28	1 0	119 6	3 47	
	29	0 12 n	119 10	3 50	29 19
Mai	1	2 55	120 18	4 28	
		☾	119 39		
	3	5 10	121 33	2 40	
		☾	121 46		
	4	5 46	121 25	3 25	
	6	7 4	122 12	3 14	
		☾	122 52		
	9	10 44	125 57	4 4	
	12	14 46	130 8	3 53	
	15	19 14	134 46	5 51	
	16	19 49	136 10	8 17	
	17	20 1	137 33	8 20	
	20	19 59	142 58	8 27	
		☾	141 50		
	22	20 5	146 43	8 45	
		☾	146 19		
	23	20 4	148 33		10 11
		☾	148 25		
	24	20 45	150 40	8 8	5 30
	25	20 57	152 52	9 33	
	27	21 0	156 37	9 28	
	28	20 49	157 44	9 15	
	31	21 15	160 7	8 32	
Jun.	1	22 55	160 38	9 34	
		☾	160 16		
	2	24 48	160 48	9 27	
		☾	160 34		
	3	26 29	160 23	11 0	
		☾	161 22		
	4	28 3	161 28	10 57	
		☾	161 20		
	6	30 47	160 57	11 44	
	7	32 16	160 16	12 8	
	8	33 55	160 6	12 40	
	20	51 53	147 50	23 32	
		☾	147 50		

1786		Breite	Länge Paris	Abweich	Neigung
Jun.	21	53°20'n	147° 5'w	24°58'ö	
	22	55 43	145 45	23 25	
	25	59 29	142 39	31 30	
	26	59 42	142 43	31 24	
	27	59 19	142 44	31 0	
	30	58 54	141 46	25 30	
		☾	140 57		
Jul.	2	58 38	140 16	25 38	
	3	58 43	140 58		
		☾	139 55		
	14	Port des Français		27 0	
	20			26 55	
	25			25 47	
	30			26 43	
Aug.	1	58 20	140 0	26 50	
	2	58 19	139 54	26 45	
	3	57 59	139 52	26 48	
	5	57 17	138 45	26 34	
	6	57 20	138 40	25 0	
	7	56 30	137 29	25 7	
	17	53 15	136 41	23 39	
		☾	137 2		
	18	52 34	136 46	23 16	
	19	52 7	134 4	22 26	
	20	51 40	133 41	21 20	
	21	52 2	133 7	20 58	
	23	51 48	131 53	19 30	
	24	51 2	131 40	21 20	
	25	49 56	130 25	19 47	
	26	49 22	129 58	19 47	
	28	48 35	128 58	19 12	
	30	48 31	127 54	17 28	
Sept.	1	46 37	127 1	16 55	
		☾	127 1		
	2	45 53	126 36	16 35	
		☾	127 5		
	4	44 42	126 58	16 14	
	5	43 1	127 2	15 26	
	7	40 48	127 23	15 35	
	8	39 51	127 26	14 0	
	13	36 39	124 7	11 47	
	14	36 55	123 57	11 39	
		☾	124 31		
	24	Monterrey		11 57	
	26	36 41	124 13	11 46	
	29	32 46	128 33	11 43	
		☾	128 49		
Oct.	3	28 12	134 33	9 42	
	4	27 56	135 20	9 33	

1786	Breite	Länge Paris.	Abweich	Neigung
Oct. 5	27°32′n	156°11′w	9° 0′ó	
6	27 36	157 34	8 45	
9	28 7	141 2	8 46	
12	27 59	145 0	8 50	
	☾	145 35		
14	27 49	146 38	8 55	
	☾	147 11		
15	27 58	148 2	9 1	
	☾	148 36		
16	28 3	148 56	9 52	50°19′n
18	27 48	148 39	9 51	
19	28 5	149 1		47 57½
21	27 47	149 55	9 38	
24	27 25	152 47	9 55	
25	27 32	153 32	10 12	47 30
28	26 59	157 8	10 30	
30	26 27	157 28	11 4	
	☾	158 44		
Nov. 1	25 45	159 28	10 31	43 45
6	23 45	167 13	10 29	
11	21 10	175 32	12 0	
	☾	176 19		
12	21 18	176 5	11 20	
	☾	176 48		
14	20 54	176 55	12 30	
	☾	178 36		
15	20 36	177 20	12 12	
16	20 17	179 15	12 8	
17	20 8	179 26	12 0	
20	19 58	176 50	12 20	
21	20 3	176 0	11 59	
24	19 46	175 27	12 8	
26	20 53	171 55	12 24	
	☾	169 57		
27	20 44	170 8	11 40	
	☾	168 31		
28	20 20	168 17	11 18	
	☾	166 35		
30	20 30	165 0	11 20	
Dec. 1	20 55	164 28	10 34	
2	21 39	164 12	9 38	
4	20 47	161 58	10 16	
5	21 3	159 57	10 5	
6	21 3	158 9	8 40	
7	21 27	157 38	8 30	
9	20 52	154 6	7 10	
11	20 55	150 13	7 20	
	☾	148 47		
12	20 33	148 14	7 21	
Dec. 12	☾	146°39′w		
13	20°26′n	147 23	6°17′ó	
17	19 57	142 24	3 53	
19	19 55	140 45	3 24	
20	19 45	139 24	3 4	
21	19 38	137 55	1 38	
22	20 2	136 14	1 11	
23	20 13	134 31	0 45	
24	20 44	132 14	0 42	
25	20 35	130 17	0 16	
	☾	127 28		
26	20 19	127 30	0 25w	
27	21 15	125 22	0 46	
	☾	122 58		
28	21 11	123 7	0 33	
	☾	120 18		
29	21 15	122 8	0 25	
	☾	119 34		

Die mit ☾ bezeichneten Längen sind durch Mondsabstände, die übrigen nach den Seeuhren bestimmt.

LVI. Beobachtungen des Commandeur-Capitain *W. de Stockfleth* auf dem Dänischen Kriegsschiffe *Wagrien* auf einer Kreuzung in der Ostsee.

1784	Abweich	Breite	Länge Kopenh.	
Jul. 25	17° 9′w	55°10′n	2°20′ó	Bornholm
26	16 32	55 20	2 25	
27	14 14	55 26	2 35	
28	16 9	55 28	2 40	
29	15 54	55 30		
30	15 39½	55 24	3 52	
31	17 5	55 16	2 45	
Aug. 1	16 47	55 21	2 40	
	17 1	55 24	2 45	
2	16 20	55 26	2 20	Christiansöe
3	17 8	55 44	4 10	
4	17 26	55 27	4 0	
	15 41	55 46	4 3	
5	15 57	55 55	5 10	Öeland
8	16 58	55 26	4 50	
10	17 10	55 30	4 20	
	17 21	55 35	4 10	

Die Längen sind nach 2 Seeuhren bestimmt.

LVII. Abweichung der Magnetnadel am Bord des Königl. Schiffes *Sirius* von Capitain *John Hunter* Esqu. 1787, 1788 und 1789.

Abweich.	Breite	Länge Greenw.
	1787.	
20°26′w	42°16′n	11°50′w
20 22	40 10	12 0
18 6	33 31	15 40
18 27	20 43	15 18
15 40	22 55	19 23
12 0	18 13	22 33
11 30	15 51	22 59
10 23	12 15	23 23
10 40	11 35	23 16
7 40	4 30	19 43
5 50	1 4	25 12
5 30	0 0	26 10
5 9	1 44s	26 51
5 6	3 7	27 19
5 0	4 38	27 44
3 44	12 10	28 8
0 1ö	18 53	30 15
1 40	19 50	31 44
4 40	20 58	33 3
5 12	22 2	34 22
6 1	22 47	38 16
6 12	Rio Janeiro	
4 40	26 12	37 57
2 40	30 38	31 33
2 20w	31 50	22 32
2 30	32 24	22 52
7 40	33 54	3 10
12 8	35 41	0 41ö
16 30	36 20	5 5
16 29	36 52	8 11
17 0	36 6	10 10
19 0	34 43	16 38
21 30	34 20	17 11
22 23	35 23	14 44
21 3	36 11	13 45
20 56	37 23	10 49
18 0	37 40	10 23
20 3	38 44	13 44
20 54	39 7	21 29
21 10	38 47	22 20
25 0	38 15	25 59
26 40	38 10	26 5
27 30	38 39	26 42

Abweich.	Breite	Länge Greenw.
27°45′w	39 54′s	29°52′ö
28 30	39 55	29 58
28 30	40 9	36 13
30 51	40 4	38 1
30 0	40 10	46 50
29 50	40 52	49 21
32 12	40 20	54 11
29 49	40 54	63 9
30 8	41 0	64 40
28 21	41 1	70 48
25 30	41 1	73 25
25 30	40 18	74 25
23 0	40 59	76 6
20 30	41 8	86 44
17 50	41 30	97 30
16 30	42 13	103 37
16 30	42 23	106 5
15 0	43 8	113 1
9 0	43 43	127 46
1 11	43 51	133 51
1 0ö	44 0	136 34
5 24	43 45	146 13
5 30	43 56	147 52
6 25	43 31	149 13
7 27	43 11	149 44
8 20	42 46	150 8
8 30	42 14	150 30
8 40	41 43	150 33
9 30	40 27	151 16
10 44	38 25	151 11
10 45	37 47	152 13
9 40	36 19	151 45
11 40	34 44	156 40
8 30	33 50	157 25
	Port Jackson	
16 54	50 9	169 14
16 20	50 29	171 5
14 20	51 8	174 5
14 11	50 50	179 26
13 13	51 8	183 21
	1788.	
13 44	51 37	187 27
10 47	52 24	193 30

Abweich.	Breite	Länge Greenw.
10°41′ö	53° 6′s	199°28′ö
11 47	55 3	211 25
10 30	55 12	219 19
7 45	56 23	228 20
8 44	55 14	250 6
14 45	55 24	261 48
17 30	55 54	264 9
20 30	57 17	277 46
22 30	57 7	282 20
25 0	57 18	290 1
24 20	55 38	298 15
20 40	54 41	298 52
22 15	54 6	299 18
20 23	54 54	299 24
17 50	55 12	303 13
17 30	55 36	304 50
18 42	54 54	307 0
15 30	53 18	315 58
9 30	49 32	325 30
7 30	48 19	328 52
6 10	47 55	329 57
3 44	47 19	331 27
2 34	47 8	332 54
0 4	45 32	342 2
1 41 w	44 29	343 35
7 0	42 22	350 22
10 15	42 13	353 50
11 55	41 21	357 5
14 30	40 19	0 18
16 0	39 19	3 47
18 13	38 9	8 11
18 45	37 3	10 36
22 30	35 29	14 19
	1789 vom Cap nach Port Jakson.	
21 4	36 22	12 39
23 31	39 17	15 55
26 10	40 35	21 38
28 10	41 53	24 10
28 20	41 43	26 47
28 18	41 46	27 14
29 0	41 57	28 43
29 33	42 47	32 29

Abweich.	Breite	Länge Greenw.
30°40′w	43°36′s	39°50′o
32 0	43 10	47 52
32 20	42 55	52 52
32 24	42 56	54 10
31 28	43 0	57 19
23 0	42 50	85 0
23 10	42 47	87 2
20 0	44 18	108 48
16 55	43 40	113 22
16 20	40 41	116 12
15 34	43 46	117 45
14 3	43 49	119 2
10 40	44 45	125 51
9 58	44 45	126 39
4 0	44 50	132 28
3 30	44 46	133 34
2 10	44 43	137 0
8 30o	41 28	150 10
9 9	41 6	150 49
10 52°	33 24	152 15

Wachsamheit Transport von N. S. Wales nach England.

Abweich.	Breite	Länge Greenw.
9°30o′	33° 7′s	150° 9′o
11 30	22 55	167 15
9 44	21 56	165 16
9 15	10 52	165 30
9 35	9 42	165 0
8 10	7 26	162 9
8 1	6 7	159 55
8 10	5 34	158 58

Abweich.	Breite	Länge Greenw.
8°14′o	5°20′s	157°30′o
6 43	4 56	156 0
4 30	1 15	145 58
4 24	0 12	145 4
4 56	0 2	144 50
4 50	0 3n	144 29
4 42	0 25	144 0
4 16	1 33	145 0
4 12	1 46	143 2
3 25	2 1	142 38
2 26	2 54	141 56
2 37	3 10	141 20
2 22	2 18	140 45
2 14	3 41	138 55
3 28	4 6	139 48
4 17	4 5	139 44
4 3	4 8	140 10
4 0	4 20	140 14
2 18	10 44	136 30
1 50	10 59	135 36
1 15	7 50	126 50
0 42	3 6	118 0
2 26w	4 10s	117 57
2 59	6 6	108 36
3 50	20 3	81 20
4 6	20 50	78 7
7 35	21 26	75 54
9 15	22 49	70 30
10 11	23 20	68 55
25 44	28 38	50 11
28 6	34 36	34 30
27 16	35 6	32 21

Abweich.	Breite	Länge Greenw.
28°30′o	35° 6′s	30°59′o
28 0	35 7	30 21
27 11	35 15	29 16
28 18	35 35	25 19
27 37	35 54	23 30
[illegible] 0	Tafel Bay	
23 15	27 35	8 58
22 52	26 16	7 58
22 0	25 25	7 16
21 1	22 44	6 9
19 30	21 36	4 18
19 5	20 26	3 2
16 53	17 14	1 20w
16 30	16 34	2 26
15 12	16 12	4 5
15 30	St. Helena Rhede	
15 0	15 18	5 51
13 0	15 49	8 4
12 54	7 51	15 1
11 40	6 6	17 1
11 15	4 19	18 55
10 55	1 10n	23 1
10 6	1 52	23 12
10 15	4 14	24 16
10 0	5 7	25 8
8 43	5 35	26 39
7 15	12 58	32 55
6 15	14 25	36 30
6 30	15 7	37 21
6 24	15 48	37 31
7 17	24 32	44 58

LVIII. Capt. *Billings* Beobachtungen auf einer Reise in den nördlichen Gegenden Rufslands, und dem Eismeere. 1787 — 1791.

1787		Abweich	Breite	Länge Greenw.	
Mai.	24	7°33′o	65°28′n	153°24′o	Wirchni Kowimskoi
	28	9 10	67 10	57 10	Srednoi Kovima
Juni	19	14 14	68 17	163 17½	Nizni Kovima

1787		Abweich	Breite	Länge Greenw.	
Juli	5	17°12′o	69°28	168°29′o	
	21	17 40	69 36	168 54	Barannoi Kamen
		17 30	69 16	166 10	
1790					
Mai	18	13 10	50 49	173 14	
	28	17 7	51 55	187 12	
Juni		19 35	53 56	194 20	
	18	20 20	53 58	195 35	
	28	27 0	56 49	205 50¼	
		26 0	57 5	205 30	

1790		Abweich	Breite	Länge Greenw.
Jul.	30	28°30'ö	60°16'n	213° 3'ö
		26 0	59 44	215 43
Aug.	4	27 50	56 53	215 0
	6	26 20	55 15	214 15
	14	23 12	54 15	201 49
		17 35	50 36	192 44
		5 37	52 49	158 56
		8 27	53 9	161 39
		11 15	55 14	166 53
	30	14 4	52 32	172 15
Sept.	9	16 53	52 5	180 22
	19	16 53	51 27	181 29
	23	19 41	53 4	187 48
1791				
Jul.	8	22 30	54 8	193 17
	20	24 16½	63 26	

LIX. Beobachtungen ausgezogen aus: Voyage of *Governor Phillip* to Botany Bay.

A. *The Supply Tender*, Lieut. *Henry Lidgbird Ball.*

1787		Abweich	Breite	Länge Greenw.
Nov.	28	28°40'w	39°38's	31°40'ö
Dec.	1	29 43	39 48	39 12
	2	30 20	39 49	42 13
	9	29 0	41 1	63 2
	15	25 15	41 29	80 47
	16	23 14	41 41	83 48
	28	10 0	42 45	127 50
	29	8 3	45 2	131 41
1788				
Jan.	1	2 5	43 49	141 53
	2	3 24ö	44 6	144 48
	4	6 54	43 33	
	5	5 5	43 28	149 16
	7	10 0	40 44	149 40
	8	10 40	40 4	149 10
Feb.	18	9 33	31 40	159 14
	20	9 54	31 26	160 26
	22	10 4	30 2	161 25
	14	10 0	Lord Howes Insel	
	23	10 43	32 52	153 27
	24	10 19	34 4	

B. *The Alexander Transport*, Lieut. *John Shortland.*

1788		Abweich	Breite	Länge Greenw.
Jan.	7	9°24'ö	43°41's	149°22'ö
	13	11 2	38 17	151 44
	14	12 30	36 36	150 36
Juli	15	8 6	33 27	152 22
	21	11 49	28 12	159 52
	25	9 55	23 16	161 26
Aug.	3	10 40	8 55	158 14
	14	7 0	0 10	154 27
	17	6 40	1 14n	152 44
	22	6 9	4 11	149 44
	26	6 40	5 54	145 22
Sept.	3	3 38	5 44	137 39
Oct.	1	1 54	4 30	126 20

C. *Lady Penrhyn*, Capt. *Sever.*

1788				
Mai	11	9°30'ö	33°33's	154°14'ö
	13	10 0	31 54	157 32
	14	11 0	31 53	158 23
	18	10 0	31 19	159 53
	21	10 21	31 23	167 36
	23	12 0	30 47	172 29
	26	12 8	29 49	176 28
	27	11 42	29 45	1 7 0
Juni	6	12 30	32 15	186 16
	11	10 44	33 13	197 49
	16	10 46	33 27	199 47
	23	8 31	31 51	205 33
Jul.	1	7 38	27 52	213 36
	4	6 40	24 22	213 37
	7	7 44	21 57	211 48
Aug.	2	6 20	14 19	207 39
	14	7 21	1 33	159 43
	28	11 30	12 8n	172 37
Sept.	4	10 30	14 21	160 7
	30	6 20	15 40	144 21

D. *Scarborough* Capt. *Marshall.*

1788				
Mai	10	9°24'ö	36°26's	153°11'ö
	12	9 40	35 38	155 42
	19	10 14	30 36	161 16
	24	10 50	26 12	170 2
	26	12 0	22 44	170 43

1788	Abweich	Breite	Länge Greenw.	
Jun. 3	10°44'ö	12°22's	173°38'ö	
6	10 44	10 56	174 24	
7	11 4	9 12	174 24	
11	11 36	6 1	174 43	
16	11 52	2 30	174 40	
22	10 22	4 14n	172 38	
30	10 30	10 46	168 49	
Juli 1	12 14	11 47	168 5	
2	11 56	13 22	166 33	
5	11 28	17 10	162 17	
9	10 10	19 28	158 5	
20	7 38	20 21	150 5	
27	8 0	16 58	148 51	
29	7 14	16 2	146 32	
Aug. 13	4 0	14 27	138 18	
17	3 14	15 7	131 26	
20	2 0	15 28	130 5	
29	0 18	18 41	121 16	
Sept. 31	1 12	21 5	122 5	

E. *Charlotte*, Capt. *Thom. Gilbert.*

1788				
Mai 26	11°23'ö	22°53's	171°56'ö	
Juni 7	10 58	9 13	175 41	
8	11 30	8 26	175 36	
10	11 30	7 12	174 25	
12	11 4	5 44	175 32	
Juli 10	9 30	22 2n	159 38	
18	8 10	21 44	152 17	
Aug. 13	3 54	14 28	139 41	

LX. Beobachtungen von Lieutnant *W. Bligh* in dem Königl. Schiffe *the Bounty*. 1788.

1788	Abweich	Breite	Länge Greenw.	
Jan. 7	20° 1'w	28°28'n	16°18'w	Sta Cruz
Feb. 18	0 0	20 0s	31 15	
22	3 0ö	25 55	36 29	
26	7 13	29 38	41 44	
März 23	21 23	Cap S. Diego, T. d. Fuego		
Apr. 7	27 9	60 24	75 54	
	3 17	39 51	26 11	
Mai 10	11 35w	35 30	5 21	
	24 4 }	34 11½	18 48½ö	a.d.Lande
	22 28 }	Simons Bay, am Bord		

1788	Abweich	Breite	Länge Greenw.	
Juli 13	30°34'w	36°28's	39° 0	
	19 30	38 39	77 39	
Aug. 13	6 23	44 16	122 7	
	1 38ö	43 56	133 16	
Sept. 3	8 38 }	43 21	147 33½	a.d.Lande
	8 29 }	Aventure Bay, am Bord		
19	17 0	47 44	179 7	
Oct. 3	7 45	40 21	215 0	
19	5 19	24 23	222 17	
25	5 0	17 50	212 24	
	5 36	17 53	229 27	Maitea J.
1789				
Apr. 12	8 14	18 52	200 19	Wytootackee J.

LXI. Journal auf einer Reise von China nach der Nordwestküste von America, von *John Meares Esqu.*

A. Lauf der *Felice.*

1788	Abweich	Breite	Länge Greenwich geschätzt.	Länge Greenwich beobacht.
Feb. 13	1°10'ö	6°48'n	124° 0'ö	
24	2 0	0 26	132 19	
27	1 0	0 56	136 55	
März 2	2 30	2 52	136 37	
2	2 30	3 5	137 9	
11	2 18	3 50	142 55	
19	4 0	5 12	147 9	
20	4 0	6 37	146 3	
21	3 26	8 22	146 4	
22	3 12	9 48	145 18	
23	3 6	11 18	144 45	
24	3 10	12 36	143 38	
25	3 50	14 0	142 38	
26	3 36	15 26	142 26	
29	4 24	19 29	140 25	
30	4 24	21 2	139 48	
Apr. 6	3 20	27 30	148 37	
8	2 24	28 58	154 19	
9	2 0	29 50	157 4	
12	4 24	33 18		
15	6 52	36 49	168 48	
17	9 20	38 51	175 10	
19	10 23	40 20		
20	10 23	40 38	182 9	

1788		Abweich	Breite	Länge Greenwich geschätzt.	beobacht.
Apr.	21	11°26′ö	41°14′n	182°29′ö	
	22	12 52	41 44	185 8	
Mai	1	21 18	46 5	212 5	
	3	21 18	47 45	219 9	
Juni	11	21 5	49 22		
Juli	5	18 8	47 1		
	7	16 10	45 12		
	10	18 30	47 49		
Sept.	26	20 16	42 2	225 16	
Oct.	1	12 0			
	3	12 10	35 12	218 30	
	9	9 55	26 40	217 18	
	10	9 2	26 9	217 46½	
	11	9 0	24 50	216 31	
	12	9 22	22 41	214 34	
	13	8 55	20 54	212 12	
	15	8 36	20 6	209 20	
Nov.	6	12 20	21 48	171 6	
	8	11 0	21 48	164 50	
	9	11 20	21 49	166 54	
	10	10 35	21 42	163 15	
	11	10 14	21 33	155 51	
	13	7 44	21 10	150 37	
	14	6 35	21 10		
	15	6 16	20 48	146 3	
	16	5 57	21 4	146 54	
	17	5 39	21 10	142 18	
	20	3 36	21 2	139 18	145°53′ö

B. Lauf der *Iphigenia.*

		Abweich	Breite	Länge geschätzt.	beobacht.
März	6	3°15w	3°45′n	129° 7′ö	
	7	1 0	3 35	129 48	
	11	1 37	2 39	132 15	
	15	4 6ö	1 44	135 40	
	16	4 42	2 0	136 48	
	17	3 46	2 7	137 25	
	19	2 45	2 46	138 24	
	23			140 40	135°24′ö
	25	3 30	2 29	141 0	
	27	3 38	3 23	141 28	
Apr.	6	6 20	11 55	132 49	
	10	1 54	15 26	131 58	
	12	2 30	17 38	131 12	
	15	2 0	20 27	130 11	
	18	1 7	22 40	129 28	
	19	1 5	22 57	130 9	
	25	1 35	27 41	134 54	
Mai	3	3 46	31 26	145 24	

1788		Abweich	Breite	Länge Greenwich geschätzt	Beobacht.
Mai	4	4° 9′ö		147°35′ö	
	14	9 8	36°15′n	162 18	
Jun.	12	23 1	56 45	206 6	
	13	24 51	56 59	206 3	
Aug.	23	17 51	53 55	230 16	
Nov.	11	15 2	38 49	226 51	
	21	11 21	29 6	212 18	
	22	11 20	28 41	210 40	
Dec.	1	9 22	25 13	208 48	
	4	9 54	22 57	207 36	

1789		Abweich	Breite	Länge geschätzt	Beobacht.
März	21	8 34	24 49	197 16	
	29	11 32	32 58	200 58	
Apr.	1	12 4	34 31	202 40	
	17	17 4	49 7	230 0	

LXII. Beobachtungen auf einer Reise um die Welt auf dem Schiffe *le Solide* 1790 — 1792 von *Etienne Marchand.*

1790		Abweich	Breite	Länge Paris nach Schätzt.	Beobacht.
Dec.	25	22° 8′w	36°28′n	Cap Torre Molinos in Spanien, W. ¼ N. W., 9 lieues.	
1791					
Jan.	2	19 0	32 28	16 8	
	3	19 30	31 8	17 51	
	5	17 50	30 8	19 46	19 6
	7	14 30	26 50	22 18	
	8	14 16	24 19	23 3	
	9	13 0	21 24	23 20	21 46
	13-17	14 12	Port Praya, S. Yago		
	19	11 10	12 2	24 40	
	20	12 39	9 57	23 47	
	21	11 50	8 39	23 12	
	22	12 20	7 30	22 30	
	23	11 40	6 28	21 51	
	28	14 0	3 36	20 35	
	31	12 27	2 26	21 29	
Feb.	1	10 37	1 23	22 17	
	2	11 9	0 12	23 21	
	4	7 56	2 29s	25 28	
	5	6 21	4 11	26 20	
	6	5 24	5 38	26 55	27 58
	7	5 53	7 0	27 41	28 52
	8	4 39	8 55	28 38	29 48

1791		Abweich	Breite	Länge Paris nach Schätz.	Beobacht.
Feb.	9	2°11′w	10°43′s	29°35w	31° 8w
	10	1 56	12 35	30 24	
	11	0 53	14 25	31 6	
	12	0 28	16 10	31 46	33 41
	13	0 7	17 17	32 29	
	15	0 51ö	18 53	33 28	35 56
	16	1 1	20 1	34 12	37 6
	17	3 21	21 21	34 51	
	18	4 0	23 22	36 13	
	20	5 14	24 55	37 4	
	21	5 56	26 10	38 10	
	22	8 16	27 44	39 35	
	24	10 27	30 28	42 10	
	25	11 0	31 45	43 17	47 56
	26	11 12	32 30	43 44	48 23½
	27	11 45	33 17	44 31	
März	1	11 17	33 48	44 6	
	2	12 1	34 50	43 18	
	3	11 43	35 6	43 29	
	4	12 3	36 3	44 40	
	7	11 42	36 35	46 39	
	8	12 33	36 48	47 13	48 6
	9	14 10	38 0	49 47	
	10	15 50	38 44	52 9	53 16
	11	17 36	40 3	54 0	55 16
	12	16 46	40 48	55 1	56 28
	15	17 0	40 59	56 18	57 46
	16	19 0	41 1	56 24	
	18	18 50	43 4	59 38	
	21	18 11	42 28	59 46	
	22	18 16	42 5	60 54	
	23	19 2	43 26	62 1	62 15
	25	19 54	43 55	62 19	63 23
	26	19 59	45 37	63 45	
	27	21 0	47 5	64 30	64 48
	29	21 38	49 50	66 46	
	30	21 39	51 6	67 27	67 41
	31	23 20	53 25	67 20	
Apr.	7	26 4	58 15	71 8	
	16	23 30	57 46	85 46	
	17	15 30	56 27	88 8	
	19	16 34	52 33	93 16	93 19
	25	11 14	46 8	95 42	95 57
	29	10 10	41 30	100 24	
	30	7 41	40 20	100 43	
Mai	1	7 29	39 59	100 2	
	6	7 56	33 14	100 41	
	7	8 7	31 40	99 35	
	8	8 47	30 25	98 45	96 44

1791		Abweich	Breite	Länge Paris nach Schätz.	Beobacht.
Mai	9	9°17′ö	30° 2′s	98°42w	96°51w
	11	6 33	29 9	100 34	
	12	6 32	28 25	100 35	98 51
	14	7 21	25 30	103 2	
	16	6 47	25 29	105 27	
	17	6 39	25 36	106 25	
	18	6 26	25 44	107 15	
	19	5 50	25 27	107 24	
	20	5 48	24 47	108 9	
	21	6 34	24 6	109 26	
	22	6 7	23 59	109 53	
	23	5 29	23 5	110 30	111 56
	24	4 5	21 54	111 37	113 41
	25	5 40	21 3	112 47	114 57
	26	5 25	20 22	113 2	115 38
	27	5 24	19 32	114 10	116 34
	28	5 44	19 20	114 22	
	29	5 32	18 46	115 26	
Juni	2	4 50	17 36	116 22	
	4	3 10	14 13	120 2	
	5	2 45	13 11	122 21	
	6	3 7	12 10	124 33	127 10
	7	4 3	11 12	126 47	129 25
	8	4 37	10 18	128 39	131 8
	9	4 52	9 46	130 34	
	10	5 38	9 54	132 30	135 52
	11	4 18	9 59	133 20	
	12	5 50	9 59	136 1	140 29
	18	3 47 2 59	} Marquesas Inseln Madre de Dios auf Sta Christina		
	21	4 32	9 25	142 25	
	25	5 32	5 42	143 27	143 49
	26	5 6	3 14	143 21	
	27	5 7	1 2	143 12	
	28	5 4	0 6n	143 12	
	29	5 20	1 16	143 51	
	30	5 8	3 11	144 1	
Jul.	3	4 54	7 10	144 38	
	4	5 27	7 23	144 31	
	5	5 48	8 33	144 23	
	7	6 15	11 42	143 41	
	8	6 33	12 32	144 50	
	10	6 58	14 29	146 44	
	12	8 18	18 11	148 17	
	13	9 2	20 4	149 12	
	14	9 45	22 1	150 13	
	15	10 27	24 3	151 18	
	18	11 43	28 36	154 41	

1791		Abweich	Breite	Länge Paris nach Schätz.	Länge Paris nach Beobacht.
Juli	19	12°21′ö	28°40′n	155°46′ö	
	20	13 20	28 42	155 54	156° 2
	22	13 26	30 32	152 53	
	23		32 10	152 14	154 25
	24	14 45	34 5	151 19	155 32
	25	15 30	35 51	150 19	
	26	16 24	37 49	149 47	152 17
	27	16 50	39 48	149 12	
	28	16 54	41 55	148 34	
	29	17 24	42 37	148 14	
	30	18 15	43 2	148 7	
Aug.	5	25 30	55 12	142 20	143 46
	8	24 36	57 12	138 1½	139 26½
	11	28 46	57 0		137 59
	21	29 30	57 4	137 59	
	22	28 31	54 55	137 16	137 10
Sept.	1	26 50	52 56		135 35
	2	25 16	50 59	135 10	
	4	22 30	49 49	130 59	130 40
	6	22 0	48 59		128 50
	8	21 49	48 46		128 43
	9	20 4	47 45	129 26	
	10	18 22	46 16	130 30	
	11	18 29	45 8	131 28	
	12	17 20	44 0	132 10	
	14	16 14	40 58	134 15	
	15	15 32	38 45	125 20	
	16	14 43	36 58	136 7	
	19	11 58	30 58	140 51	139 5
	20	10 43	29 50	141 53	
	21	10 12	29 46	145 8	141 33
	22	11 7	29 54	144 4	
	23	10 15	28 30	145 16	143 47
	24	10 8	27 36	146 19	
	25	10 0	26 30	146 51	
	26	9 22	26 7	147 14	
	27	9 54	25 56	147 29	
	28	9 54	24 16	148 9	
	29	8 49	22 37	149 44	
	30	8 25	21 2	151 16	149 27
Oct.	1	8 4	19 41	142 49	150 59
	2	8 30	19 15	154 39	
	3		19 4	156 49	155 7
	4	8 0	19 13		156 54
	8	8 5	19 19	159 42	
	9	8 50	19 45	160 18	
	10	9 0	20 26	160 47	
	11	8 20	20 10	162 0	
	12	8 21	18 53	163 6	

1791		Abweich	Breite	Länge Paris nach Schätz.	Länge Paris nach Beobacht.
Oct.	13	8°32′ö	17°22′n	165°10w	
	14	8 56	15 48	167 21	
	15	9 38	14 45	169 38	
	16	10 36	14 16	171 35	
	17	10 26	13 59	173 37	
	19	10 56	13 33	177 23	178°38w
	20	10 58	13 32	178 48ö	179 41ö
	21	11 36	13 32	179 23	
	22	12 20	13 36	177 17	
	23	12 49	13 40	175 18	172 33
	24	11 46	13 44	173 9	
	25	13 5	13 45	170 33	
	26	12 27	13 45	167 56	
	28	10 52	13 42	163 8	
	29	10 10	13 43	160 46	
	30	9 40	13 24	158 36	
	31	8 4	13 29	156 29	
Nov.	1	8 8	13 42	154 42	
	2	7 27	14 26	152 38	145 18
	4	6 12	14 50	148 15	144 15
	5	5 50	15 30	147 29	
	6	5 16	16 2	146 29	
	7	4 52	16 12	146 3	
	8	4 56	17 3	144 17	
	10	2 58	18 0	141 59	
	11	2 32	18 48	140 0	
	12	2 12	19 41	138 8	
	13	2 17	21 5	134 57	
	14	1 29	21 19	132 57	
	16	0 0	21 54	128 21	122 6
	17	0 12	21 58	126 16	
Dec.	21	0 0	1 50s	105 52	105 42
				Banca	
	31	0 49	5 48	103 15	
1792					
Jan.	2	0 22	6 3	102 56	
	3	1 22	5 58	102 52	
	7	0 29w	8 54	100 21	
	8	0 19ö	9 35	98 53	
	9	0 48	10 22	97 47	
	10	1 0	10 55	96 42	
	11	1 3	11 28	95 24	
	12	0 40w	11 53	94 25	
	13	0 49	12 20	93 14	
	14	0 51	13 30	91 8	
	15	1 2	14 42	88 52	
	16	1 14	15 53	86 30	85 0
	17	1 46	16 52	84 9	

1792		Abweich		Breite		Länge Paris nach Schätz		Länge Paris nach Beobacht	
Jan.	18	2°	26	17°	48′s	81°	67′ö		
	19	2	34	18	50	79	21	77°	33′ö
	20	4	56	19	38	77	7		
	21	6	12	20	10	75	16		
	22	6	28	20	3	73	9		
	23	7	11	19	48	71	13		
	24	8	7	19	46	69	53		
	25	9	0	19	52	68	14		
	26	9	53	19	46	66	41		
	27	10	18	19	37	65	4	62	24
	28	12	28	20	4	63	0	59	54
Apr.	25	18	20	23	6	51	15		
	26	25	0	25	56	48	49		
	28	25	11	27	11	44	51	42	44
Mai	1	26	17	29	0	37	25		
	2	27	13	29	25	36	4		
	6	24	34	31	53	32	13		
	12	25	11	35	0	24	48	21	49
	15	23	38	35	19	22	41	19	57
	18	23	28	33	45	16	49		
	21	21	41	30	6	12	39		
	22	20	24	28	29	10	53		
	25	20	6	25	28	8	30	4	42
	26	20	14	23	48	7	15		
	28	20	1	22	6	5	55	0	58
	30	19	17	19	13	3	21w	1	43w
Juni	1	17	46	16	13	0	24		
	2	15	15	15	47	1	13		
	3	15	12	15	49	2	24		
	7	15	4	14	53	8	8		
	9	15	6	13	20	9	26		
	10	14	31	12	21	10	29		
	14	12	36	6	55	16	2		
	16	11	24	4	20	19	37		
	17	11	14	3	8	21	19		
	18	10	58	1	57	22	46		
	19	10	46	0	57	24	2		
	20	9	17	0	38n	25	19		
	21	8	47	2	34	26	30		
	22	8	2	4	34	27	25		
	23	8	14	6	20	28	3		
	25	8	54	8	15	28	49		
	26	7	8	9	21	30	21		
	30	5	27	14	58	36	21		
Juli	1	6	0	16	37	37	23		
	3	5	50	19	49	40	8		
	5	5	36	23	3	41	40		
	6	6	56	24	30	42	8		
	7	7	35	26	0	42	19		

1792		Abweich		Breite		Länge Paris nach Schätz.		Länge Paris nach Beobacht.	
Jul.	8	8°	0′ö	27°	50′n	42°	57′w		
	9	9	54	30	5	43	1		
	10	9	42	32	23	43	30	46	27
	11	12	26	34	15	44	35		
	12	13	59	35	59	44	58		
	14	14	30	36	24	44	15		
	15	15	28	36	7	43	33		
	16	15	31	36	3	43	21		
	17	15	4	36	16	43	15		
	18	16	40	36	52	41	33		
	19	19	8	38	18	39	56		
	20	21	30	39	20	37	53		
	25	24	8	41	46	27	52		
	26	22	17	41	43	25	16		
	27			41	13	22	35	25	32
Aug.	3	21	12	36	8	10	14		
	4	22	6	36	5	Gibraltar			
	7	19	23	38	40	Cap S. Antonio			
	9	21	0	40	17	Cap Oropesa			

LXIII. Beobachtungen am Bord der *Espérance* auf der Reise zur Wiederauffindung des *la Perouse*, unter General *d'Entrecasteaux*. 1791 — 1792.

A. Abweichungen.

1791		Breite		Länge Paris		Abweichung Amplit.		Abweichung Azimuth.	
Sept.	29	47°	41′n	9°	37′w	22°	36′w		
Oct.	2	46	22	10	41			21°	11′w
	3	45	47	10	23	21	39		
	6	42	50	13	58			21	16
	8	38	23	16	17	19	59		
	10	34	9	17	25			19	28
	12	29	26	18	53	18	56		
	13	28	30	18	38	18	9	St. Cruz	
	25	25	22	19	25	17	38		
	26	23	34	20	17			16	38
	27	21	33	21	0	16	44		
	28	19	59	21	56			16	50
	30	17	53	22	24	15	19	14	48
Nov.	1	14	57	23	20	14	32		
	5	9	7	21	6	12	43		
	7	9	1	20	54	12	39		
	9	7	50	20	12	14	38		
	12	6	45	19	46	13	34	14	15¼
	13	6	10	19	49	13	36¼		

1791		Breite	Länge Paris	Abweichung Amplit.	Abweichung Azimuth.
Nov.	14	6° 1′n	19°47′w	13°59′	
	16	5 33	20 6	13 59	
	21	4 31	18 38		14°37′
	22	4 29	18 56		14 49½
	23	3 49	19 42	13 42½	14 26½
	24	3 17	20 49	14 36	
	25	2 53	22 6	14 29	
	26	2 6	23 20	12 29	12 17
	27	1 20	24 19	11 42	11 33
	28	0 31	25 17	11 18	11 23
	30	1 35s	27 12	8 46	8 39
Dec.	2	3 52	29 4	8 59	7 23
	4	6 21	30 43	7 15	7 36
	5	7 33	30 58	6 56	6 40
	6	9 3	31 19	5 25	5 25
	7	10 34	31 44	5 26½	5 18
	10	14 14	30 30	3 58	3 48
	11	15 43	29 43	4 9	4 5
	14	19 0	28 20	5 17	5 35
	17	23 48	29 16	4 19	4 7
	18	25 21	29 27	1 57	2 37
	19	26 35	29 29	2 54	3 34
	20	27 29	28 19	3 36	4 19
	28	31 16	21 56	5 36½	6 47
	29	31 33	19 50	6 15	6 56
	31	32 6	15 44	5 54	6 16
1792					
Jan.	1	32 20	13 35	5 49	6 7
	2	32 25	9 35	7 57	6 56
	3	32 43	9 9		9 59
	4	32 50	7 12	10 55	13 35
	5	32 56	5 59	13 37	13 46
	6	32 56	4 17	14 44	15 19
	7	32 56	1 11	16 3	15 39
	9	32 58	4 36	17 49	17 34
	10	33 0	4 46	20 14	19 19
	11	32 48	5 18	21 55	20 30
	13	32 52	8 54	21 46	22 0
	14	33 15	10 44	22 17	22 15
	15	33 36	12 6	22 55	23 19
	16	34 3	15 37	24 14	24 19
		33 54	16 4	Tafelbay	24 30
		33 54	16 4	Capstadt	24 32
Feb.	17	34 9	16 9	24 19½	24 12½
	20	34 46	17 25	25 14	24 59
	22	34 56	20 9	26 19	26 39
	23	34 35	22 12	25 42	25 48
	25	34 12	24 18	27 14	27 16

1792		Breite	Länge Paris	Abweichung Amplit.	Abweichung Azimuth.
Feb.	27	35°24′s	27° 4′ö	28°12′w	28°18′w
	28	35 19	28 23	28 6	28 10
März	1	35 17	32 59	28 34	28 58
	2	34 46	35 44	28 46	28 25
	3	34 32	38 14	30 37	30 48
	7	34 41	44 4	27 34	27 15
	11	36 22	49 26	26 49½	26 54
	13	36 44	53 13	26 35	26 46
	14	37 17	53 34	26 24	26 39
	16	36 54	54 39	24 50	24 52
	19	38 3	59 13	24 59	24 26
	20	38 13	60 18	25 32	25 36
	21	38 30	61 55	25 20	25 36
	28	37 33	74 24	20 15	18 44
	29	37 56	75 2	S. Paul J.	17 30
Apr.	1	40 42	85 0	16 5	13 24
	5	41 34	96 59	18 16	17 59
	6	42 5	100 25	19 8	
	8	42 15	106 36	15 14	14 59
	9	42 19	109 52	14 18	
	12	42 33	119 23	8 14	
	15	42 5	117 43		3 55
	17	43 50	130 33	1 54	
	18	44 15	136 14	2 9δ	2 34δ
	19	43 33	138 22	1 59½	
	20	43 49	142 0	5 57	5 51
		43 32½	144 46		7 59½
		Hafen d'Entrecasteaux, Cap Diemen			
Mai	14	43 32	144 48		7 39
	27	43 5	145 22		8 27
	29	42 38	146 54		7 48
Jun.	2	35 35	155 38	10 50	
	3	34 44	156 12	10 8	9 57
	4	35 36	158 4	11 22	11 38
	8	29 51	162 52	12 39	11 48
	9	28 22	163 13	11 55	11 54
	12	25 51	165 13	11 42	11 9
	13	24 42	165 29	11 58	11 39
	15	23 58	165 18	11 20	10 45
	16	23 6	165 13	10 40½	10 46
	17	22 50	164 44	10 35	11 59
	21	22 7	163 37	10 33	10 8
	24	21 45	162 46	10 54	10 8
	25	21 38	162 39	10 0	10 5
	26	21 43	162 37	10 7	9 59
	27	21 21	162 22	9 46	
	29	20 6	161 10	9 7	
Juli	3	17 21	159 57	9 38	
	4	16 47	159 33	9 4	9 6

1792		Breite	Länge Paris	Abweichung Amplit.	Abweichung Azimuth.
Juli	5	15°45′s	158°52′ö	9°14′ö	9° 4′ö
	6	14 28	157 49	8 18	
	9	8 51	154 54	8 54	8 25
	11	7 0	152 52	6 14	
		5 5½	152 9	Bouka J.	7 30
	15	5 6	152 6	6 44½	4 49
	28	2 22	146 25	6 45	5 25
	29	2 20	145 45	6 6	6 41
	31	1 58	145 0	5 59	6 25
Aug.	2	1 52	142 54	5 12	4 37
	4	1 37	140 59	4 9	5 49
	5	1 18	139 26	3 18	4 9
	6	0 46	137 46	4 29	3 25
	7	0 17	136 38	4 6	3 10
	8	0 3	136 0	4 5	3 9
	9	0 9n	135 17	2 54	2 36
	10	0 18n	134 38	2 18	2 59
	13	0 5s	133 52	3 5	2 14
	14	0 7s	133 13	2 6	2 37
	15	0 7n	132 19	2 25	2 36
	16	0 14n	131 58	2 29	2 17
	17	0 9s	131 45	2 7	2 17
	20	0 14s	130 25	1 36	1 19
	21	0 15s	130 12	1 14	1 58
	22	0 29s	129 40	0 49	1 19
	25	0 47	128 57	0 49	0 49
	26	1 45	127 27	0 29	1 28
	27	2 0	127 3	0 26w	0 40w
	28	2 25	127 12	0 46	0 25ö
	29	2 29	127 14	0 55	1 29
	30	2 40	127 5	1 10	0 56
Sept.	1	2 47	126 29	1 34	1 24
	2	2 55	126 5	1 9	1 9
	3	3 14	125 55	1 19	
	5	3 49	125 52	0 47	
	6	3 41	126 10		1 14½ w
		3 42	126 9	Amboina	1 13
Oct.	15	4 29	125 14	0 37w	
	16	5 25	124 56	0 16ö	
	17	6 12	123 52	0 4	0 19ö
	18	7 2	123 35	0 35w	0 39w
	19	7 26	123 24	0 30ö	0 25ö
	20	8 15	123 29	0 59w	0 33w
	21	8 45	122 56	0 26	0 27
	22	9 3	122 34	0 29	0 34
	23	9 18	122 17	1 33	0 24
	24	9 19	121 49	1 33	1 26
	25	9 45	120 59	1 14	1 9
	26	10 6	120 25	1 17	0 30

1792		Breite	Länge Paris	Abweichung Amplit.	Abweichung Azimuth.
Oct.	28	10°42′s	118°49′ö	0°55′w	0°55′w
	30	11 4	117 20	1 25	1 57
	31	11 24	117 7	1 49	1 24
Nov.	1	11 46	116 20	1 34	1 29
	2	12 15	115 28	1 46	1 6
	6	14 58	112 5	1 59	3 0
	8	16 45	110 35	2 52	1 20
	9	17 16	109 16	3 34	3 0
	15	20 43	104 27	3 12	3 18
	17	22 29	101 46	4 38	3 37
	19	24 42	100 15	4 29	
	21	25 24	99 36		6 24
	24	30 4	96 56		7 47
	27	30 48	99 15	8 32	8 9
	28	31 0	99 46	9 37	9 58
	29	31 4	100 27	10 4	9 4
Dec.	1	32 30	103 15	9 39	10 26
	4	34 16	108 59	9 36	10 14
	8	34 49	116 51	7 53	8 18
	9	34 10	118 22	5 47	8 19
	10	34 1	119 27	7 8	6 49
	11	33 55	119 32	6 16	5 47
		Bay Legrand			
	19	34 16	119 30	5 37	5 59
	20	34 26	119 33	6 4	6 34
	24	34 14	121 1	5 8	5 18
	25	33 41	122 4	4 58	4 5
	26	33 4	122 33	4 18	4 34
	28	32 18	124 52	4 9	2 43
	29	31 59	126 4	3 58	2 59
	31	32 10	127 3	2 58	2 20
1793					
Jan.	2	31 41	127 59	1 39	2 17
	6	32 53	128 8	1 49	1 24
	7	35 32	127 19	1 58	0 36
	8	36 14	126 22	2 14	2 29
	10	37 17	128 33	3 20	3 38
	11	37 13	129 7	2 40	2 48
	12	37 36	129 39	2 6	1 38
	13	38 53	131 33	1 30	1 48
	15	40 19	132 22	0 16ö	
	16	40 59	135 4	0 35	
	17	41 40	137 45	3 55	1 52
	20	43 25	143 29	6 52	8 9
	21	43 45	144 17		7 53
	22	43 38	144 46	7 25	8 13
Feb.		43 55	144 37	7 34	
		Felsenbay, van Diemens Land			

1793		Breite	Länge Paris	Abweichung Amplit.	Abweichung Azimuth.
Feb.		45°21′s	145°12′ö	7°30′ö	
		Adventure Bay			
	28	43 22	143 40		7 28ö
März	1	42 57	147 57	6 5	
	2	42 33	151 1	9 16	9 17
	3	42 22	153 14	10 45	12 44
	4	42 11	155 1	11 38	12 38
	7	39 27	161 8	13 8	13 19
	10	35 36	166 53	13 19	12 46
	11	34 26	168 36	12 49	12 59
	13	32 39	176 26	11 25	10 49
	17	30 19	179 49	11 46	10 36
	18	29 35	179 54	11 50	10 45
	19	28 19	179 9w	10 57	10 13
	23	22 8	176 26	9 48	8 47
	24	21 10	177 20	9 44	9 47
		21 8	177 30	10 0	
		Pangaëmotou J.			
Apr.	10	20 55	177 27	9 14	
	11	20 13	179 35		9 17
	15	19 52	169 43ö	9 47	9 25
	16	19 53	167 54	11 26	9 46
	17	20 9	165 45	11 16	
	19	20 10	161 59	11 19	
	20	20 17		8 34	
		20 17	162 16	9 30	
		N. Caledonia			
Mai	11	19 50	162 3	9 45	9 15
	12	18 54	161 25	8 39	10 13
	13	18 31	161 6	10 5	9 25
	14	17 39	161 7	9 32	9 45
	20	11 16	163 32	9 44	9 24
	21	10 57	163 40	9 19	9 36
	23	10 38	163 21	10 12	9 36
	29	9 54	159 8	9 15	8 50
Juni	1	10 7	158 9	8 54	8 52
	9	10 8	154 49	8 13	7 49
	10	11 30	154 38	8 14	7 36
	12	11 0	152 15	8 39	8 40
	20	9 46	149 22	7 8	7 36
	22	8 15	149 0	7 37	7 18
	23	8 16	148 17	6 55	6 34
	24	8 17	147 23	7 39	6 46
	29	7 9	145 52	6 34	6 12
Jul.	1	5 15	146 53	6 43	6 36
	3	4 47	147 54	6 15	6 34
	7	4 42	149 9	6 23	6 44
	8	4 23	149 20	6 43	6 38
	9	3 47	149 19	6 34	6 32

1793		Breite	Länge Paris	Abweichung Amplit.	Abweichung Azimtuh.
Jul.	14	1° 9′s	145°42′ö		5°42′ö
	19	0 44	143 3	4°55′ö	4 37
	21	0 42	143 2	3 58	4 38
	22	0 44	142 54	4 18	3 59
	23	0 14	142 26	4 33	4 14
	25	0 5n	140 36	4 19	4 8
	26	0 12s	139 13	4 18	
	29	0 9	238 10	3 5	
	31	0 8	137 56	3 58	3 33
Aug.	2	0 6	134 51	2 28	2 19
	3	0 6	134 50	2 48	2 25
	8	0 19n	132 37	1 37	
	9	0 9	131 56	2 38	2 50
	14	0 13	129 48	1 49	0 24
	15	0 3s	129 34	1 39	
	16	0 1n	129 28	0 45	
		0 0½s	128 53	1 14	
		Waygiou J.			
	28	0 4n	129 15	1 8	
	29	0 7s	128 53	0 44	
	30	0 34	127 24		0 48
	31	0 56	127 14	0 34	0 15
Sept.	2	2 13	126 29	0 46	
	3	2 49	125 48	0 9w	0 7w
	4	3 18	125 22	0 9	
		3 22	125 1	0 54	
		Cayeli auf d. J. Bourou.			
	17	2 49	124 52	1 36	
	18	2 52	124 9	0 18	0 19
	19	3 28	122 55	0 13ö	0 19ö
	20	3 29	123 20	0 37	0 22
	21	4 15	122 37	0 5w	0 19w
	22	4 18	122 3	0 44	0 12
	23	4 19	121 59	0 42	
	24	4 22	121 8		0 17
	25			0 35	
	2[illegible]				0 6
	28	4 39		0 47	0 49
	29	4 37		0 26	0 35
	30	4 39	120 46	0 47	
Oct.	10	5 28	120 44	0 19	
	11	5 48	119 59	0 30	1 20
	13	6 6	117 25	0 38	1 59
	14	6 17	116 3	0 19	1 57
	15	5 54	114 54	1 3	0 57
	16	5 45	113 45	0 36	0 24
	17	6 19	112 45	0 52	1 49
	18	6 55	111 57	1 19	
	20	6 55	111 0	1 54	

1793	Breite	Länge Paris	Abweichung Amplit.	Abweichung Azimuth.
Oct. 21	6°57	110°49′ö	1°27′w	
22	6 58	110 55	1 22	
	7 14	110 36	2 31	
	Surobaya auf Java			

B. Neigungen.

1791	Breite	Länge Paris	Neigung	
Sept.			72°50′n	Paris
			71 30	Brest
Oct. 15	28°30′n	18°36w	62 25	S. Cruz
1792				
Feb.	33 55s	16 4ö	47 25	Capstadt
Mai	43 32	144 46	70 30	Diemens Land
Oct.	3 42	126 9	3 0	Amboina
1793				
Jan.	43 35	144 37	71 30	Felsen-bay
Sept.	5 22	125 1	20 30	Cayeli
Oct.	7 14	110 36	25 0	Surabaya

LXIV. Abweichungen und Neigungen der Magnetnadel beobachtet von Capit. *Georg Vancouver* in the *Discovery*. 1791 — 1795.

1791	Breite	Länge Greenw.	Abweich	Neigung
Apr. 16	42°34′n	12°31w	26°20′w	
Mai 7	28 29	16 16	15 38	Teneriffa
8	27 5	16 52	17 54	
14	17 10	25 3	12 52	Antonio
27	0 0	25 15	9 0	
Juni 12	23 30s	25 18	4 30	
	33 7	6 30 ö	20 16	
	35 22	11 25	22 7	
Jul. 10	34 12	18 22	25 40	48°30′s
Aug. 17	False Bay, Cap			
26	39 45	37 55	32 59	
Sept. 1	38 19	51 21	32 47	
7	38 15	69 33	25 52	
8	38 45	73 44	23 36	
19	36 45	105 47	14 10	
27	35 8	117 6	6 30	

1791	Breite	Länge Greenw.	Abweich	Neigung
Oct.	35° 5½s	118°14′ö	5°20′w	64°54′s
	Georg III Sund, N. H.			
Nov.	45 46	116 16	14 56ö	69 43
	Dusky Bay, N. Z.			
	38 52	192 44	11 56	
Dec. 22	27 36	215 58	5 40	Oparo J.
1792				
Jan.	17 30	210 24	6 12	30 53
	Matavai Bay, Otaheite			
März 8	21 17n	202 10	7 50	Woahoo
25	24 45	209 6	11 5	
Apr. 19	40 3	235 51	15 0	
	Cap Mendocino			
22	40 52	235 28	16 0	
23	41 36	235 58	16 0	
25	43 6	235 42	16 0	C.Blanco
26	44 42	235 55	18 0	
27	46 14	236 1	18 0	
28	47 30	235 49	18 0	
30	48 19	236 19	18 0	
	Juan de Fucas Strafse			
Mai	48 2½	237 22	21 30	74 30n
	Port Discovery			
29	47 30	237 46	19 36	
	Restoration Point			
Juni 11	48 56	237 54	19 5	
	48 55½	237 55	19 30	73 13
	Birch Bay			
Juli	50 11	235 21	19 16	
	Desolation Sound			
15	50 7½	234 54	13 30	
	50 25	234 32	19 0	
20	50 35	232 57	20 45	
27	50 35	233 19	20 5	
Aug. 18	51 32	232 5	17 7	
	Safety Cove			
Sept.	49 34	233 31½	18 22	73 56
	Nootka Sound			
Nov. 20	37 48	237 52	12 48	
	S. Francisco			
Dec.	36 36	238 26	12 22	63 0½
	Monterrey			
	46 19	236 7	20 0	
	47 0	236 7	18 0	
1793				
Jan. 13	32 30	239 14	12 0	
28	21 12	234 39	5 34	

1793	Breite	Länge Greenw.	Abweich	Neigung
Feb. 3	19°53′n	224°19′o	5 16′ö	
März 19	19 28	203 58	7 47	41 24n
Owhyhee				
Apr. 6	30 35	197 26	13 46	
29	42 22	235 42	16 20	
May 14	45 5	231 0	16 42	
25	51 27	232 5	18 0	
Jun.	52 1	232 12	19 45	
Restoration Cove				
27	55 11	231 5	21 40	
29	55 10	231 26	21 37	
Juli	55 18	230 53	21 17	
Fishermans Cove				
Aug.	55 16	230 16½	25 18	75 54½
Observatory Inlet				
Sept. 1	55 38	228 24	28 30	
Port Steward				
21	56 20	226 35	26 27	
Port Protection				
Nov.	34 24	240 44	10 15	S.Barbara
Dec.	34 42½	243 7	11 0	59 13
S. Diego, N. Calif.				
22	23 23	234 57	7 0	
1794				
März 25	39 3	198 46	19 42	
	40 45	200 17	15 43	
30	50 10	205 9	16 29	
Apr. 5	56 40	207 7½	23 30	
Trinity Insel				
11	58 10	209 25	21 37	
16	60 11	208 23	25 46	
20	61 10	210 0	29 48	
Cooks Fluſs				
Mai	61 17	210 53	29 30	
Turnagain Fl.				
15	59 19	208 41	26 53	
Cap Elisabeth				
Juni	60 16	213 22	28 30	77 8
Pr. Wilhelms Sound				
Juli 1	59 39	219 15	30 20	
Eliasberg				
25	59 3	221 41	31 26	
	60 5	215 46	27 0	
	58 12	223 55	30 0	78 59
Crofs Sound				
Aug. 2	56 15	225 37½	25 30	
bis 10 Port Conclusion				
Nov. 3	[illegible]	255 30	18 0	

1794	Breite	Länge Greenw.	Abweich	Neigung
Dec. 9	27°54′n	244°40′ö	8° 0′ö	Cerros I.
12	25 11	247 48	9 0	
14	25 12	250 0	7 0	
18	21 0	254 27	7 30	
19	18 20	255 40	6 0	56°41′s
1795				
Jan. 6	9 27	263 36	7 30	24 54
11	7 47	266 27	8 0	
17	5 46	270 37	8 15	
25-27	5 35	273 5½	7 45	19 46
Cocos Insel				
Feb. 2	1 26	268 43	8 0	
5	0 59	268 27	8 0	7 28
9	0 44s	267 54	8 0	2 59
Gallipagos I.				
11	2 3		7 45	0 30
12			7 50	1 32s
13	4 15	265 15	9 7	5 45
21	12 43	255 3	4 55	23 23
26	19 44	253 45	2 45	35 49
März 1	23 24	255 3	4 0	
4	26 45	258 44	4 0	
8	28 0	259 32	5 3	
14	33 13	262 43	4 0	
18	33 50	273 25½	9 15	
20	33 55	277 36	10 0	
21	33 56	280 36½	13 0	
Juan Fernandes				
23	32 55	285 30	13 42	
25	33 1½	288 29	14 49	44 15
Mai 6	Valparaiso			
9	33 21	282 5	13 15	
20	30 50	280 34	17 0	
28	36 57	293 39	23 0	
Juni 9	36 45	324 43	6 0	
16	33 43	332 5	0 16	
22	32 3	351 15	11 20w	
Juli 5	0 0	338 25	9 20	
Sept. 8	51 2n	339 47	22 0	

LXV. Beobachtungen von *James Colnet* in dem Schiffe *the Rattler*.

1793	Breite	Länge Greenw.	Abweich	Neigung
März [illegible]	35°55′s	34°21′w	9° 0′ö	
	36 10	38 50	7 26	

1793	Breite	Länge Greenw.	Abweich	Neigung
März	46° 0′s	51°50′w	17° 0′ö	
	55 20	75 20	21 0	
	37 35	75 0	14 0	
	28 0	72 50	11 52	
	26 25	79 30	12 10	
	21 0	81 10	8 48	
	6 10	81 30	8 30	
	0 24	91 33	8 40	
	0 37	89 38	8 10	6° 0′n
	Gallipagos I.			
	19 4n	111 6	7 0	
	18 0	112 0	7 0	
	20 12	118 0	7 20	

LXVI. Beobachtungen von *Will. Robert Broughton* in *the Sloop Providence* 1795—1798.

1795	Abweich	Breite	Länge Greenwich Chronom.	Mondsd.
Oct.	11° 9′ö	33°52′s	151°10′ö	
		Cattle Point, Port Jakson		
Dec.	3 43	Matavai Bay, Otaheite		
16	5 14	9 57	209 35	Caroline Insel
1796				
Jan. 31	8 43	19 28n	204 15	Owhyhee
Feb. 11	9 41	21 18	202 1	Woatoo
19	10 54	21 51	199 37	Onehow
Mai 23	22 34	48 23	235 16	
		Tatouche I.		
Aug. 2	9 17	26 47	197 11	
6	12 18	28 25	193 52	
8	12 31	28 41	190 37	
11	14 4	28 41	184 9	184°43ö
12		28 37	182 53	182 53
15	12 31	28 35	180 44	
18	13 20	29 2	177 29	178 24
20		29 47	174 16	174 31
24	9 30	33 30	165 49	166 29
26	9 7	33 45	162 18	
27	7 8	33 30	160 9	
28		33 30	157 29	157 45
29		33 28	155 48	156 8
30	5 30	33 56	154 3	
Sept. 1	1 25	37 35	149 2	
5	0 50	39 50	144 31	

1797	Abweich	Breite	Länge Greenwich Chronom.	Mondsd.
Sept. 11	1°26′ö	41°57′n	142°30′ö	143°52′ö
	0 30w	42 33	140 51	Volcano Bay
Oct. 19	4 0ö	46 42	150 6	
1797				
Jul. 7	2 0w	26 13	124 59	
14	1 0	28 57	129 36	
15	1 30	30 42	131 17	
17	2 0	32 14	131 39	132 30
21	1 26	32 7	131 20	
25	0 40	32 54	134 26	
28	0 49	34 28	136 54	
30	0 15	34 38	138 35	
Aug. 2	0 30	37 44	140 28	
3	0 36	38 49	140 51	
4	0 0	39 56	141 23	
7	1 20	40 26	141 45	
28	1 33	41 32	141 30	
30	1 30	41 22	140 24	
Sept. 9	1 0	47 29	142 14	
10	2 46	48 31	142 11	
13	3 8	51 26	141 43	
14	3 0	51 41	141 47	141 16
15	3 10	51 45	141 49	
24	2 15	45 51	139 9	
25	3 0	45 9	138 35	
27	3 10	43 38	136 32	
28	5 0	42 57	136 46	
29	4 50	42 27	135 0	136 16
Oct. 5	3 50	40 32	130 33	130 22
6	3 20	39 39	129 48	
12	2 30	34 41	130 52	129 38
22	2 30	34 25	127 57	
30	2 45	32 31	125 24	
Nov. 5	2 0	33 25	124 20	
13	2 30	29 36	128 54	
23	2 10	23 52	118 6	
24	2 0	22 37	115 51	

LXVII. Entdeckungsreise in *the Lady Nelson* nach Neu-Süd-Wales, von *James Grant* 1800—1802.

1800	Abweich	Breite	Länge Greenw.
Apr. 5	14°22′w	Palma O. g. S. 40 Meilen	
Mai 10	13 48	0° 9′n	20°16′w

1800		Abweich	Breite	Länge Greenw.	
Juni	5	7°20'w	25°41's	22° 9'w	
Juli	26	26 57	39 0	60 46ö	)—⊙
	31	26 0	39 28	74 25	
Nov.	3	22 30	38 46	77 18	
	15	12 0	38 10	119 40	
	24	4 55	38 13	135 14	
	25	2 30	38 15		
Dec.	7	2 50ö	38 29	144 40	
			Lady Julias Insel.		

1801		Abweich	Breite	Länge Greenw.
Jan.	28	3°20'w	32°20's	20°52'w
	30	5 40	33 13	15 15
	31	9 20	33 53	14 8
Feb.	3	10 5	35 6	8 4
	4	11 0	35 29	6 44
	5	12 8	35 42	3 56
	6	14 0	35 53	0 32
	7	17 26	35 53	2 18ö
	8	21 0	34 45	6 25
	10	22 0	34 58	13 21
	11	22 30	34 24	15 51

LXVIII. Abweichungen der Magnetnadel von Madeira nach dem Vorgebirge der guten Hoffnung, von *S. Home Popham* 1800—1801.

1800		Abweich	Breite	Länge Greenw.
Dec.	14	18°26'w	36° 2'n	12°10'w
	27	14 8	25 38	22 24
	28	15 12	21 27	24 15
	29	11 12	20 42	24 55
	30	11 11	19 2	26 0
	31	10 40	17 37	26 45
1801				
Jan.	1	9 40	15 49	26 45
	2	8 30	13 2	26 54
	3	7 37	9 59	27 0
	4	7 14	7 6	26 58
	6	7 54	4 28	26 0
	7	7 0	3 30	26 17
	9	5 30	0 13	27 45
	10	3 54	1 40s	29 5
	11	3 54	3 24	30 13
	12	4 13	5 6	31 32
	13	2 46	7 7	32 25
	14	1 22	9 11	33 10
	15	0 39	11 30	33 32
	16	0 25	14 10	33 17
	17	0 45	16 28	32 57
	19	1 4	20 45	31 31
	20	0 18	22 10	30 50
	21	0 24	24 34	29 40
	22	0 54	26 42	28 27
	23	1 12	28 49	27 19
	24	1 5	30 16	26 16
	25	0 45	30 31	26 4

LXIX. Beobachtungen auf einer Reise um die Welt auf den Schiffen *Nadeshda* und *Newa* von *Krusenstern* 1803—1805.

1803		Breite	Länge Greenw.	Abweich	Neigung
Aug.	13	57°44'n	20° 0'o	13°15w	
	14	57 3	Hoburg	14 45	Gotland
Oct.		28 27	16 16	16 2	S. Cruz
	31	25 55	18 52	16 21	
Nov.	3	21 48	20 48	14 56	
	6	17 55	26 25	15 6	
		☾	26 17	S. Anthonio	
	8	15 34	26 38	12 56	
	10	13 51	27 18	14 5	
	11	12 47	26 23	14 5	
	12	11 11	25 11	15 0	
	13	9 45	23 36	14 52	
	15	6 50	21 39	14 26	
	16	6 1	21 9	12 32	
	18	5 45	21 30	12 20	
	22	4 45	21 51	14 36	
	24	3 4	21 41	12 31	
	25	1 32	23 13	12 31	
	26	0 6s	24 23	12 28	
	27	3 17	26 34	8 18	
	29	4 56	27 43	8 42	
	30	6 27	28 42	7 42	
Dec.	1	8 29	29 35	6 30	
	2	10 27	30 17	6 42	
	3	12 16	30 57	6 39	
	4	14 45	31 23	3 55	
	6	18 1	32 5	2 2	
	8	20 48	34 43	1 40	

1803		Breite	Lange Greenw.	Abweich	Neigung
Dec.	9	20°47′s	56°19w	1°48′o	
	11	22 33	40 2	3 16	
	12	22 58	41 32	2 49	C. Frio
	13	23 12	41 10	2 49	
	16	26 18	46 42	6 1	
	20	26 59	47 34	7 53	
1804					
Jan.		27 22	48 0	7 50	
		S. Catharina			
Feb.	4	27 19	47 29	7 51	
	7	30 17	46 40	11 2	
	10	36 45	49 18	10 11	
	13	40 3	50 32	12 8	
	15	40 54	53 4	13 59	
	16	42 25	54 26	15 40	
	17	44 15	56 50	17 59	60°41′s
	18	45 31	58 41	17 59	
	19	47 40	61 33	19 46	
	20	48 27	63 11	19 47	
	21	49 45	63 15	21 40	
				22 40	
	22	50 32	65 46	20 59	
	23	51 44	65 46	19 27	
	24	53 22	64 51	23 56	
	25	54 11	63 57	21 55	
	29	59 3	62 51	24 36	
März	2	58 59	65 47	24 32	73 15
	8	59 12	71 2	23 16	
	9	59 20	72 45	27 40	
	10	59 29	73 2	24 42	
	13	55 25	85 52	22 19	
	17	55 40	87 48	23 5	
	18	55 46	83 45	22 12	75 30
	19	55 47	89 30	20 17	
	20	54 10	90 37	20 40	
	22	49 22	94 21	15 9	
	23	48 10	95 10	17 42	
	28	45 48	97 33	12 44	
	29	43 47	97 27	10 14	
	30	42 27	98 10	12 42	
	31	40 16	99 26	10 37	
Apr.	1	39 6	99 38	10 57	
	3	37 59	101 18	9 37	
	4	36 30	101 15	8 20	
	6	35 44	100 18	11 8	
	7	38 2	99 35	9 44	
	10	31 54	101 17	5 25	
	16	25 39	102 23	5 52	

1804		Breite	Länge Greenw.	Abweich	Neigung
Apr.	17	22°48′s	105°42w	4° 2′o	
	18	22 20	106 51	5 49	
	19	21 35	107 59	5 19	
	21	20 58	108 46	5 12	
	25	16 20	118 13	4 27	
	26	15 26	120 12	4 59	
	27	14 31	122 9	3 27	
	28	13 52	123 44	4 58	
	29	13 25	124 51	3 41	
	30	12 42	126 20	4 20	
Mai	1	11 41	128 40	4 6	
	2	10 40	130 54	3 57	
	3	9 47	132 47	4 45	
	4	9 39	134 51	8 22	
	5	9 20	137 5	2 15	
	6	8 56	138 59	2 16	
	7—18	8 55	139 40	4 56	
		Port Anne Maria, Nukahiva			
	19	9 25	141 27	2 45	
	20	7 30	143 14	4 8	
	21	5 39	144 22	3 29	
	22	3 27	145 6	5 18	13° 0
	23	1 46	145 45	4 48	
	24	0 56	146 16	4 34	8 50
	25	0 0	146 31		6 15
	26	1 12n	146 46	5 18	5 50
	27	2 2	147 3	6 31	
	28	3 4	147 43	4 21	
	29	4 6	148 17	2 51	
Jun.	1	6 57	149 55	5 11	
	2	8 19	149 44	4 55	
	3	10 1	150 27	5 47	
	4	11 47	151 9	5 19	
	5	13 21	152 7	4 19	
	6	15 13	152 45	5 19	
	7	17 19	153 38	4 51	
	9	18 55	155 54	4 48	
	10	19 2		5 40	
	11	18 0	158 1	5 56	
	12	17 27	160 42	6 43	
	13	16 53	163 31	6 18	
	14	16 55	166 14	6 11	
	15	17 0	168 46	8 8	
	16	16 51	171 41	8 24	
	17	16 53	174 22	9 3	
	18	17 34	176 43	10 54	
	19	18 46	178 20	12 1	
	20	19 53	180 1	12 54	
	21	21 45	180 55	12 52	

1804		Breite	Länge Greenw.	Abweich	Neigung
Jun.	22	23° 7′n	181°30w	12°20′ö	
	23	23 34	181 54	11 46	
	24	24 3	181 50	11 20	
	25	24 36	183 9	10 35	
	26	25 55	184 7	9 50	
	27	27 55	185 1	9 39	
	28	29 3	185 54	9 43	
	29	30 16	187 0	10 27	
Juli	4	36 48	194 54	7 41	
	8	44 51	197 56	6 19	
	11	49 17	199 34	4 46	
		Kamschatka			
	12	50 39	199 12	3 51	
	13	51 53	199 30	3 26	
	14	52 27	200 7	4 6	
	15	52 24	201 14	5 47	
	16	48 30	201 40		59°30′n
Sept.	16	39 2	209 7	1 48	
	18	36 28	213 10	3 16	
	19	35 29	213 53	2 28	
	20	34 21	215 30	2 8	
	23	31 13	220 50	1 2w	
	24	31 9	223 16	0 3	
	25	31 8	225 0	2 50	
	26	31 4	225 42	3 6	
	27	31 20	225 54	3 31	
	28	32 6	226 22	3 18	
	29	31 25	227 6	3 18	
Oct.	1	31 7	227 47	3 4	
	3	31 42	227 43	3 1	
	5	32 2	231 23	0 55	
	7	32 22	231 0	0 56	
	8	32 37	230 11	0 12	
		32 44	230 13	1 45½	
		Nangasaki			
1805					
Apr.	19	32 53	231 43	0 0	
	20	34 36	230 17	0 50	
	21	35 18	228 28	1 14ö	
	24	37 36	227 36	0 34w	
	26	37 44	226 30	2 58	
	27	38 34	226 11	1 53	
	29	39 21	224 43	0 5	
Mai	2	40 8	220 11	1 6	
	3	41 1	220 4	1 22	
	4	41 36	220 39	1 27	
	5	42 15	220 59	2 42	
	6	43 30	219 41	1 14	

1805		Breite	Länge Greenw.	Abweich	Neigung
Mai	9	44°11′n	218°56w	0° 0w	
	14	46 4	217 48	1 50	
	16	46 34	217 10	1 43ö	
	17	46 4	216 31	1 11	
	19	46 54	216 34	1 1w	
	21	48 14	217 9	0 57ö	
	22	48 59	216 51	0 30w	
	24	48 24	215 53	0 46ö	
	25	47 39	215 16	0 6	
	26	48 18	214 8	0 41	
	27	48 37	212 1	0 2	
	28	48 26	208 31	0 6	
	31	48 42	208 10	1 7	
Jun.	2	49 19	204 11	5 0	
	3	50 38	202 3	4 21	
	4	51 53	201 25	4 32	
Jul.	4	52 40		6 32	
	5	52 13	200 25	6 12	
	7	49 25	198 11	5 24	
	10	48 1	205 54	3 12	
	11	47 56	207 22	3 54	
	14	47 37	214 4	2 2	
	15	48 30	214 54	0 5	
	17	48 55	213 56	0 18	
	19	49 0	214 43	0 43	
	21	49 57	215 40	0 53	
	22	50 9	215 50	0 54	
	23	50 22	215 53	1 4	
	28	51 17	215 19	1 1	
	29	51 15	216 7	0 58	
	30	52 17	216 37	1 3	
	31	52 50	216 20	0 4	
Aug.	12	54 4	217 46	0 35w	
	16	55 24	217 18	2 48	
	20	55 20	211 40	1 48ö	
	21	52 46	209 33	2 42	
	27	50 38	203 1	5 7	
	28	52 10	201 8	5 55	
Oct.	16	43 38	198 24	5 40	
	18	39 54	199 4	7 5	
	22	36 36	201 57	4 39	
	29	29 32	210 18	4 43 5 45	
	31	28 11	212 36	3 28	
Nov.	1	27 46	212 53	3 45 4 39	
	2	27 12	213 21	2 52 2 46	

1806		Breite	Länge Greenw.	Abweich	Neigung
Nov.	3	26° 26′n	213° 53w	3°16′ö 2 55	
	4	26 12	214 50	2 43 1 40	
	5	25 43	215 30	3 9	
	6	24 27	217 11	1 49	
	7	24 18	218 21	2 36	
	8	23 50	218 12	1 17	
	9	23 25	219 59	2 5	
	10	22 53	222 18	2 44	
	11	22 58	225 11	1 19 0 17	
	12	23 28	227 43	1 6	
1806					
März	6	7 14s	254 19	0 41w	
	7	8 31	254 49	0 7	
	8	9 48	254 37	1 30	
	9	10 50	254 41	0 24	
	10	11 16	255 7	1 24	
	11	11 32	256 28	1 1	
	12	11 41	257 31	1 25	
	13	11 43	257 45	1 25	
	14	11 54	258 13	0 22 ö 1 38w	
	15	12 27	258 42	0 4	
	16	13 53	260 45	0 6	
	17	15 0	263 34	0 24 ö	
	19	16 25	269 43	2 4w	
	20	17 37	272 51	3 34	
	29	24 48	301 47	13 52	
	30	25 52	304 8	15 1	
	31	26 30	305 56	17 0	
Apr.	1	27 6	306 55	17 52	
	2	26 26	307 45	20 45	
	3	26 48	308 51	19 58	
	4	27 50	311 19	21 17	
	5	29 13	313 46	22 22	
	6	29 43	315 17	24 24	
	7	30 26	317 27	24 14	
	8	30 43	319 15	26 21	
	9	31 18	321 55	26 50	
	10	31 46	323 47	27 13	
	11	32 11	325 15	27 40	
	12	32 58	328 19	28 13	
	16	35 41	335 0	26 37 27 3	
	18	35 49	340 46	27 34	
	19	35 5	341 36	26 28	

1806		Breite	Länge Greenw.	Abweich	Neigung
Apr.	22	31°34′s	345°55′ö	26° 2w	
	23	29 35	348 20	25 9	
	24	27 38	350 43	24 17	
	25	26 25	351 56	22 35	
	26	24 35	253 32	22 7	
	27	23 0	355 26	22 33	
	28	21 28	357 17	20 57	
	29	19 38	359 25	20 42	
Mai	1	18 13	0 53	20 51	
	2	16 51	2 12	19 31	
	3	15 57	4 24	18 13	
	4	15 55	5 49	17 19	
	9	15 20	6 30	17 6	
	10	14 52	7 2	16 43	
	11	13 49	8 9	17 8	
	12	12 33	9 49	17 2	
	14	10 17	13 12	16 5	
	15	8 53	15 8	15 30	
	16	7 21	16 20	14 35	
	17	6 9	17 15	14 8	
	18	4 38	18 47	14 35	
	19	3 1	20 24	13 9	
	20	1 22	21 28	12 46	
	21	0 11	22 10	12 52	
	22	1 33 n	22 47	12 7	
	25	5 11	23 40	11 28	
	26	5 49	22 33	13 10	
	28	6 31	22 43	12 13	
	29	6 54	23 15	13 45	
	31	8 49	26 35	11 27	
Juni	1	9 55	27 27	10 48	
	3	12 33	29 50	11 32	
	6	17 41	33 13	11 21	
	7	19 45	34 23	9 48	
	8	21 49	35 30	10 21	
	9	23 46	36 42	9 38	
	10	25 28	37 25	11 8	
	11	26 11	37 35	10 43	
	12	26 49	37 24	10 42	
	15	28 29	39 50	11 13	
	16	29 47	40 42	11 50	
	18	30 27	41 19	12 24	
	19	30 34	41 31	13 0	
	20	31 8	41 20	13 0	
	21	32 45	40 50	13 32	
	22	34 46	39 37	14 3	
	26	39 33	36 18	20 37	
	27	40 15	35 50	22 6	
	28	42 3	34 25	25 0	

1806		Breite		Länge Greenw.		Abweich		Neigung
Juni	29	44°	6'n	32°30'ö		26°18w		
	30	45	36	31	4	28	43	
Juli	2	48	12	29	7	28	6	
	6	53	25	19	55	30	31	
	7	56	15	17	31	31	3	
	8	56	13	15	46	33	24	
	9	56	47	14	49	33	12	
	12	59	36	8	48	30	0	
	13	59	46	6	54	28	30	
	14	60	25	5	42	28	13	
	16	59	33	1	51 w	27	8	
	21	57	20	7	45 ö	20	41	

LXX. Abweichungen beobachtet auf dem Schiffe *Kongen af Danmark* auf der Reise nach und von *Canton* vom zweiten Steuermanne *Albrechtsen* 1798 — 1800.

1798		Abweich		Breite		Länge geschätzt.		London Chronom	
Juli	25	24°22w		41°56'n		20°12w		19°25w	
	27	21	41	41	58	20	12		
	28	26	22	40	16			17	57
	29	25	33	39	30	18	44		
Aug.	1	23	29	34	0	19	50		
	2	21	57	32	39			17	20
	3	20	38	31	10	20	51		
	4	16	44	29	33		☾	22	43
	5	17	18	28	51		☾	20	35
	6	16	45	28	0			19	18
	7	16	33	26	9			18	15
	8	17	6	25	28			18	10
	10	15	51	20	59			19	21
	11	15	49	18	0			19	8
	12	16	17	17	12			18	22
	14	14	52	14	30			19	21
	16	15	30	12	15			19	16
	18	16	10	8	15			17	45
	20	16	4	7	55		☾	16	52
	22	16	8	6	35			16	47
	26	14	52	5	28			17	0
	28	14	32	3	51			30	3
	29	15	24	2	52			21	21
	30	12	18	2	5			22	17
Sep.	2	10	52	1	7			23	18
							☾	20	48

1798		Abweich		Breite		Länge geschätzt.		London Chronom.	
Sep.	4	8°45w		2°56's		°	'	26°12w	
	5	7	54	5	10			27	22
							☾	25	20
	6	5	54	7	10			23	36
	7	5	51	8	48			29	29
	8	4	5	10	42			30	26
	9	3	9	12	28			31	0
	10	2	45	15	33			31	50
	12	0	54	19	41			33	31
	13	0	30	21	25			35	49
							☾	31	40
	16	0	34	22	53			33	39
	17	0	30 ö	25	29			33	54
							☾	30	51
	18	0	12w	24	19			32	45
							☾	31	10
	19	0	54	25	55			31	14
							☾	27	15
	21	5	11	27	45			27	9
Oct.	2	17	1	31	17			0	6
	3	16	47	32	34			0	46
	7	19	15	33	2			2	31 ö
	8	20	26	34	35			6	1
	10	23	26	34	25			12	57
							☾	17	49
	11	25	50	34	2	a)		16	51
	12	26	12	Löwenkopf					
Nov.	11	24	35	36	54			13	56
	16	28	55	40	1	27	26	28	36
							☾	29	57
	17	20	20	39	43	30	30		
	19	30	3	39	14	36	46		
	30	15	23	33	28	84	29	85	2
Dec.	5	8	35	29	35	102	18	101	46
	6	4	30	28	51	104	11	105	10
	7	7	3	27	18	104	55		
	8	6	11	27	12	107	0	106	44
	9	6	18	25	47	108	40	106	10
	11			25	47			115	59
							☾	115	20
	12	5	24	Küste von Neu-Holland			☾	115	45
	13	5	10	19	57	109	26	113	45
							☾	113	40
	14	3	17	17	42	113	19	113	51
							☾	114	21
	15	2	7	16	1	112	51	113	15
	16	0	50	14	1	111	56	112	25
							☾	112	29

1798		Abweich	Breite	Länge London geschätzt.	Länge London Chronom.
Dec.	17	0°19w	11°46's	110°58'ö	111° 5'ö
1799					
Jan.	8	0 18 ö	Das südl. Ende von Sulla Bessy in O. g. N., die Mitte von Borro in S. O. ½ O.		
	9	0 19 ö	Sulla Bessy in O. N. O. Borro in S. O.		
	18	2 48	1 36 n	134 18	135 19
	19	2 47	2 6	134 37	135 54
	20	2 53	3 34	135 23	136 40
	21	3 17	4 12	135 56	137 20
	22	3 26	4 45	136 4	137 34
	23	3 12	6 8	135 36	127 38
	24	3 15	6 41	135 34	137 47
	25	3 12	7 30	135 42	137 35
	26	3 9	8 57	135 2	
	27	4 1	11 11	134 12	136 32
	30	1 44	17 36	130 28	131 11
				☾	133 12
	31	1 16	19 23	130 38	131 3
Juli	10	1 45w	15 5 s	84 8	83 18
	11	1 49	16 6	81 53	81 10
	12	1 50	16 56	79 53	79 6
	13	2 21	18 18	76 44	
	14	5 30	19 47	73 36	
	16	5 54	20 58	71 37	
	18	7 56	21 37	69 44	69 51
	19	9 35	22 19	67 57	
	22	11 19	22 46	64 13	64 6
	23	13 17	23 11	62 28	
	25	17 20	26 0	58 4	58 11
	26	17 34	27 27	55 40	53 23
Aug.	2	22 15	30 38	50 33	50 2
	4	23 23	30 42	49 19	
	10	24 56	29 6	44 6	43 13
	11	24 37	29 20	43 37	
	12	25 20	30 32	43 14	
	14	26 46	31 53	40 12	39 8
	15	27 9	32 23	39 8	
	18	27 22	34 48	34 26	33 29
	19	27 15	35 16	33 49	32 15
	21	29 0	35 17	29 37	
	23	27 40	35 24	26 27	25 0
	24	27 25	35 30	25 21	24 43
				☾	24 58
	27	27 15	34 42	25 54	22 18
	30	26 18	34 54	26 38	21 38

1799		Abweich	Breite	Länge London geschätzt.	Länge London Chronom.
Sep.	1	24°45w	35° 6's	24°29'ö	°
	2	25 15	35 11	24 28	
	4		34 49	24 28	18 49
	6	25 49	34 55	24 6	Cap b)
	8	25 23	33 32	18 5	
	9	24 3	33 32	17 41	
	28	24 23	33 44	17 3	
	29	23 54	33 8	16 19	
Oct.	2	22 21	28 54	10 30	9 58
	3	22 16	28 7	10 19	9 38
	5	21 18	26 54	8 57	7 58
				☾	8 28
	6	20 2	25 51	8 41	
	7	20 37	24 35	8 45	
	8	20 13	23 10	6 5	4 34
			Die Länge nach der Seeuhr wurde bey S. Helena richtig befunden.		
	14	14 45	13 52	8 10	8 43
	16	14 13	10 22	11 13	11 59
	17	15 52	8 15	12 46	13 45
	19	12 31	4 27	15 43	
	20	12 37	1 51	16 0	17 22
	23				20 30
				☾	20 18
	25	11 36	6 23	20 58	22 7
	26	11 54	7 9	21 36	22 42
	27	11 30	8 3	22 4	
Nov.	2	8 40	17 3	29 15	30 15
	3	8 56	19 25	30 38	31 31
	6	10 51	26 41	33 6	34 4
	8	14 55	30 20	32 18	33 17
	9	13 15	31 18	31 44	
	10	15 19	31 35	31 45	32 50
	11	13 39	32 9	31 30	
	12	13 58	32 49	32 10	33 0
	13	16 26	34 5	32 24	33 18
	14		35 1	34 7	35 13
	15	16 14	35 52	36 4	c)
	21	21 39	40 35	30 4	29 56
	22	19 44	40 50	29 8	
	23	22 54	41 59	27 33	
	30	23 22	48 6	14 4	14 34

a) Durch Peilung des Tafelberges entdeckte man, daſs das Chronometer die östliche Länge 3° 3' zu groſs angab.

b) Die Länge, berichtigt durch Peilung des Tafelberges den 7.

c) Die Länge, berichtigt bey Corvo.

LXXI. Beobachtungen auf dem Schiffe *Kronprindsen* auf einer Reise nach und von Canton in China, von Capt. *A. Tranberg* 1802—1803.

1802		Abweich	Breite	Länge Chronom.	London Mond.
Apr.	28	33°16w	59°48′n	6°58w	
Mai	4	27 44	50 54	12 55	
	8	24 0	40 13	15 26	
	11	24 0	38 18	16 54	
	12	24 50	37 18	16 51	
	13	22 12	35 34	16 52	
	14	20 21	33 24	16 52	Madera
	18	19 55	27 52	17 40	Ferro
	20	17 27	24 50	18 50	
	21	17 45	23 37	19 0	
	23	15 42	20 11	20 1	
	27	14 20	10 32	20 2	
Juni	1	12 9	5 51	19 29	
	2	12 0	5 38	19 35	
	4	12 9	4 50	19 34	
	6	12 0	4 52	20 38	
	11	13 12	4 50	19 48	
	13	12 34	4 35	21 15	
	18	12 18	4 11	21 52	
	20	11 30	4 35	22 1	
	22	12 40	3 57	20 20	
	24	11 35	2 34	22 22	22°53′
	25	9 48	0 45	24 21	
	26	7 24	1 20 s	25 0	
	27	6 8	3 16	26 17	
	28	5 12	5 20	28 41	27 43
	29	5 9	7 18	28 41	27 33
	30	4 24	9 13	30 50	29 10
Juli	1	2 28	11 17	31 48	30 26
	2	1 12	13 28	33 11	31 25
	3	0 26	15 54	33 47	32 14
	4		18 7	34 36	33 24
	5	1 15 ö	19 16	34 27	33 19
	6	1 29	19 45	34 18	33 10
	7	1 26	21 21		33 10
		1 0		34 18	33 23
	9	1 7	25 17	33 12	
	10	1 7	27 46		31 3
	13	1 30w	31 22		30 12
	14	1 57	33 13	29 34	28 42
	22	4 44	36 16	18 22	17 28
	23	6 21	35 37		15 35

1802		Abweich	Breite	Länge Chronom.	London Mond.
Juli	26	8°37w	35°39′s	° ′	12° 1w
	29	15 31	36 9		1 5
Aug.	1	20 30	36 43	9 0ö	10 6ö
	3	24 20	35 27	14 40	
	4	24 4	35 3	17 27	a)
	21	26 15	36 25	21 12	
	23	28 58	36 47	26 25	
	24	28 48	36 52	28 18	
	25	28 44	37 26	31 55	
	31	27 18	37 6	49 22	
Sep.	4	22 41	35 52	63 0	
	6	22 33	36 43	64 42	64 35
	7	23 12	37 5	67 57	67 45
	8	21 32	36 53	70 40	70 36
	11	17 10	37 36	S. Paul	77 59
	12	15 56	36 49	83 2	b)
	14	12 10	35 33	88 36	
	15	11 7	34 28	89 51	
	16	11 38	34 9	91 4	
	17	10 0	33 46	93 10	
	18	10 11	33 15	95 24	
	23	3 3	20 6	100 24	
	24	2 15	18 5	101 51	
	26	0 45	13 2	104 7	
Nov.	13	3 55 ö	4 43 n	137 11	
	14	3 34	4 43	137 44	
	15	4 30	4 55	139 28	
	18	4 46	7 30	140 48	141 5
	19	4 5	8 45	140 45	140 15
	20	3 44	9 51	140 7	139 57
	21	3 16	11 2	138 40	138 40
	23	2 30	13 42	136 0	135 52
	24	1 55	15 2	135 34	134 24
		Nach dieser Zeit fand man keine Abweichung.			
1803					
Apr.	5	1 35	15 37 s	88 10 ö	
	6	1 0	16 53	85 32	
	9	3 30	20 13	77 38	
	14	13 36	25 28	62 28	
	17	16 15	27 28	59 20	59 17
	18	16 5	27 44	59 16	59 13
	20	20 16	28 43	55 37	
	22	22 12	29 2	51 57	
	23	22 48	29 21	49 22	
	24	23 6	30 6	46 20	
	27	27 30	31 19	39 19	
	28	26 48	32 13	39 13	
	29	27 40	32 17	38 10	

1803		Abweich	Breite	Länge Chronom.	London Mond.
Mai	1	27°28w	33° 8's	33°23'ö	° '
	11	25 57	35 43	23 25	
	12	26 48	35 43	22 45	
	13			21 12	21 6
		26 26	35 43	21 4	20 58
	15	26 11	35 32	20 7	19 48
	16	24 40	34 46	18 53	18 53
	18	25 0	31 47	13 2	
	19	21 47	30 41	11 20	
	21	21 30	28 3	6 49	
	24	17 52	23 3	0 51w	
	27	16 23	21 48	4 50	
	29	16 30	20 42	5 43	
	30	15 57	20 7	6 27	
	31	15 52	19 5	7 44	
Juni	1	15 20	18 18	9 30	
	3	15 2	17 15	11 32	
	8	8 10	10 42	23 14	
	9	7 21	8 22	25 32	
	10	6 8	6 6	27 42	
	11	5 41	4 23	29 25	
	20	4 16	2 40	31 51	
	21	4 17	0 44	31 10	
	22	6 12	1 37	30 52	
	23	6 26	3 55	30 4	
	24	7 35	5 46	29 23	
	26	8 20	7 1	28 37	
	27	8 37	7 48	28 12	
	28	8 20	7 41	28 5	
Juli	1	8 44	10 18	29 43	
	3	7 30	13 21	32 54	
	3	7 50	17 13	35 16	
	6	7 36	18 58	36 37	
	7	7 57	20 57	37 35	
	8	7 56	23 2	38 26	
	9	8 11	24 54	39 32	
	10	9 16	26 22	40 29	
	11	11 0	28 6	41 22	
	12	10 35	30 5	41 56	42 17
	13	11 20	31 28	41 57	42 57
	14	11 12	33 7	40 35	
	16	18 3	35 5	38 33	
	17	15 21	36 4	37 31	
	22	18 37	38 39	29 27	
	28	21 50	40 50	27 52	
Aug.	8	31 11	54 42	17 35	
	9	30 45	56 0	15 30	
	13	25 48	59 33	1 46	
		Fairhill	O. g. N. ½ O.		

a) Bey dem Tafelberge zeigte die Seeuhr die östliche Länge 0° 25' zu grofs.

b) Bey einer Mondsfinsternifs den 12ten Sept. fand man die östliche Länge nach der Seeuhr 17' 15'' zu grofs.

Die Längen in der letzten Columne sind entweder unmittelbar durch Mondsabstände oder durch das vermittelst Mondsbeobachtungen berichtigte Chronometer bestimmt.

LXXII. Beobachtungen auf dem Schiffe *Kronprindsen* auf einer Reise nach und von Canton, von Capt. *Svend Örgaard* 1804 — 1805.

1804		Abweich	Breite	Länge Chronom.	Greenw. Mond.
Mai	27	23°14w	40°57'n	14°20w	16°20 w
	28	24 8	38 38	14 41	16 19
	30	22 55	36 13	15 33	
	31	Bey Madera fand man, dafs das Chronometer die westliche Länge 1° 34' zu klein angab.			
Juni	5	18 18	27 17	18 40	Palma
	6	18 14	24 48	19 46	
	8	15 36	19 43	21 0	
	11	14 23	13 55	21 0	
	13	14 9	11 40	20 44	20 14
	14	13 31	10 5	20 13	
	15	13 6	8 38	20 13¼	19 36¼
	20	13 21	7 21	18 46	
	21	12 50	7 15	18 30	
	23	13 54	6 37	16 46	
	24	14 13	6 15	17 34	
	25	13 36	6 2	18 6	
	28		4 31	15 24	16 34
	29	12 59	3 55	16 39	17 31
	30	12 42	3 12	17 53	
Juli	2	10 40	0 46	21 56	22 22
	3	10 0	0 46 s	22 20	
	4	8 56	2 36	23 38	
	6	7 51	6 52	26 24	
	7	6 32	8 58	27 39	
	9	3 54	13 32	29 38	
	11	·1 20	18 7	31 27	
	12	0 8 ö	19 7	31 26	31 17
	13	0 30w	19 34	31 11	30 51
	14	1 28	20 6	29 20	29 14

1804		Abweich	Breite	Länge Greenw. Chronom.	Länge Greenw. Mond.
Juli	15	2° 42' w	20° 1' s	28° 26' w	Trinidad
	16	2 5	21 27	29 28	
	17	2 58	23 32	29 37	
	18	2 21	25 50	29 17	
	21	2 25	28 56	26 53	
	22	2 16	29 41	26 57	
	23	2 57	31 13	24 14	
	29	13 0	34 38	5 4	
Aug.	6	27 41	37 1		25° 4 ö
	7	28 1	38 19	28 28 ö	27 24
	8	28 36	38 24	29 21	28 31
	13	29 47	36 17	43 37	43 56
	18	24 42	37 30	61 57	
	19	22 27	37 43	66 37	
	20	21 48	37 50	71 52	
	21	Chron. verbessert bey der Insel Amsterdam.			
	24	13 30	35 24	88 31	
	25	12 37	33 43	92 18	
	26	10 10	31 39	94 46	
	29	5 35	27 15	99 5	98 8
	30	5 40	24 20	100 26	99 44
	31	3 16	20 57	101 44	
Sep.	1	2 4	18 25	105 6	
	3	0 45	12 46	106 31	
	4	0 38	9 52	107 21	
Oct.	9	0 52 ö	5 46	108 15	
	22	0 6	6 3	113 47	
Nov.	10	1 30	3 40 n	128 50	128 50
	11	1 24	3 52	130 11	130 41
	13	1 33	3 13	132 3	
	14	2 44	3 29	133 33	
	16	3 12	4 46	137 15	
	17	3 50	5 47	137 59	
	18	4 20	6 21	138 41	
	25	3 11	9 21	140 0	140 40
	26	3 26	9 32	139 26	140 8
	27	3 7	9 53	138 46	
	28	Durch Mondsdistanzen und Peilung der Insel *Yap*, fand man die Länge nach dem Chronometer 20' zu westlich.			
	30	2 53	12 6	136 46	
Dec.	1	2 46	13 28	135 50	
	3	1 28	17 9	133 28	
	7	0 23	21 30	124 11	125 57
1805					
Apr.	27	2 12 w	10 3 s	99 1	

1805		Abweich	Breite	Länge Greenw. Chronom.	Länge Greenw. Mond.
Apr.	28	1° 19' w	10° 54' s	96° 30' ö	° '
	29	0 40	11 41	94 17	
Mai	2	0 54	14 24	87 25	
	5	2 46	18 43	79 18	78 30
	7	5 40	21 34	73 57	
	8	7 55	22 34	71 10	70 41
	9	9 16	23 26	68 54	
	11	9 57	24 15	65 55	
	12	11 58	24 21	64 44	
	13	12 46	24 40	62 48	
	14	14 6	25 19	59 42	
	15	16 4	25 56	56 36	
	17	19 45	26 41	51 48	
	18	20 3	26 57	51 21	
	19	20 36	27 47	50 1	
	20	21 34	27 57	49 27	49 15
	21	22 51	27 55	47 26	47 40
	22	23 21	28 7	45 45	45 0
	23	24 29	28 12	45 6	42 19
	24	25 49	29 0	40 12	39 30
	25	26 21	28 59	38 33	37 33
	26	26 43	29 43	36 27	
	27	27 34	30 9	35 20	
	28	27 39	31 48	33 3	
	29	28 26	32 58	31 36	
	30	28 19	33 57	29 36	
	31	27 57	34 31	28 17	
Juni	1	28 52	34 50	27 2	26 24
	2	27 31	35 33	25 8	24 0
	3	27 46	35 52	21 40	22 20
	14	25 54	35 8	19 9	
	15	25 28	34 9	16 46	
	16	26 27	32 56	15 17	
	22	20 58	22 57	4 0	4 13
	24	20 21	21 17	2 36	
	28	17 52	16 33	2 14 w	S. Helena
Juli	17	15 22	11 42	11 9	11 12
	18	14 23	10 33	13 16	15 17
	21	13 0	4 34	17 58	
	22	12 30	2 52	19 40	
	23	12 19	1 12	20 7	
	25	11 54	3 12 n	22 19	
	28	12 7	9 11	24 42	
	29	12 23	10 1	24 32	
	31	12 9	11 24	26 4	
Aug.	1	11 52	12 12	26 0	
	2	11 20	12 42	26 29	
	3	11 50	13 57	27 19	26 52
	5	10 11	14 48	28 55	

1805	Abweich	Breite	Länge Greenw. Chronom.	Länge Greenw. Mond.
Aug. 6	10°20w	15°18′n	29°11 w	
8	8 45	18 0	33 0	
10	10 18	22 23	36 9	
11	9 47	24 44	37 27	
13	11 12	27 38	38 36	
14	12 25	28 8	39 8	
15	10 45	28 58	39 34	
16	11 8	30 5	39 24	40 8
17	12 47	31 36	39 4	39 31
18	14 17	32 49	38 43	
19	Die Länge nach dem Chronometer wurde durch Mondsdistanzen 41′ zu klein gefunden; die folgenden Längen sind von diesem Fehler befreyt.			
20	15 0	34 17	38 15	
22	17 45	36 49	36 32	
23	19 15	38 46	34 29	
24	22 0	40 25	33 51	
25	22 0	40 57	33 52	
27	22 49	41 27	33 11	
29	25 11	44 14	29 51	29 50
Sep. 2	29 0	48 0	20 36	
10	21 29	51 58	2 27 ö	

LXXIII. Beobachtungen auf dem Schiffe *Norge* auf einer Reise nach und von Canton, von Capt. *H. G. Trock* 1804—1806.

1804	Abweich	Breite	Länge Greenw. Chronom.	Länge Greenw. Mond.
Juni 28	24°42w	44° 1′n	15°49w	
Juli 4	25 15	39 41	16 9	14°59
7	24 51	36 5	16 50	
	Das Chronometer ward berichtigt bey Madera.			
10	21 50	31 22	17 34	
11	20 30	29 44	18 3	Palma
18	16 0	14 44	19 41	
Aug. 12	12 56	2 34	16 32	17 9
13	12 2	2 12	17 30	19 14
14	13 35	2 20	17 10	
17	15 42	1 43	16 32	
20	14 7	0 44	16 54	
21	14 22	0 19	16 40	
22	14 7	0 24 s	17 29	

1804	Abweich	Breite	Länge Greenw. Chronom.	Länge Greenw. Mond.
Aug. 23	12°30w	1°38′s	18°32w	
24	11 0	3 17	19 35	
25	11 0	5 1	20 26	
26	10 45	6 37	21 18	
27	9 15	7 48	21 55	
28	9 30	9 17	22 45	
30	8 1½	11 47	23 50	
31	7 10	13 21	24 18	22 20w
Sept. 4	6 47	19 11	26 13	
5	4 23	20 53	27 54	
7	4 11	22 57	26 46	
8	6 7	24 42	24 51	
11	8 28	27 39	18 56	16 34
22	22 0	36 7	10 48 ö	13 12 ö
25	23 37	35 19	11 57	
	Die Länge nach dem Chronometer wurde am *Cap* richtig befunden.			
Oct. 29	29 6	38 14	46 35	
Nov. 7	22 30	37 30	69 46	
12	15 46	35 42	86 34	
13	15 45	34 50	89 31	
14	12 25	34 16	91 35	
15	11 15	34 10	93 7	
23	0 31	17 4	101 5	
26	0 26	10 37	102 24	
27			102 50	102 55
1805				
Jan. 1	0 15 ö	2 51 n	120 34 ö	
15	3 40	6 56	133 55	
16	3 11	7 3	139 42	
23	1 54	15 2	133 9	
24	0 51	17 18	130 50	
25			129 44	129 53
Juli 8	1 49w	9 17 s	99 30	
26	14 3	24 9		60 45
27	13 0	24 47	59 46	57 30
28	16 30	25 47	58 26	
31	18 16	27 1	56 28	56 10
Aug. 1	18 26	27 31	54 46	54 40
2	19 2	27 46	52 35	
4	20 2	27 31	53 0	
5	21 33	28 31	50 36	
6	21 4	28 15	49 4	
8	23 37	29 51	45 41	
9	24 30	29 52	43 10	
10	25 26	29 42	41 34	

1805		Abweich		Breite		Länge Greenw. Chronom.		Mond.	
Aug.	11	25°52w		30°52' s		40°17'ö			
	12	26	40	31	47	38	1		
	13	27	45	32	22	36	59		
	16	27	40	33	21	29	48		
	17	28	8	33	25	29	25	29°11'ö	
	18	27	40	33	36	28	58	28	52
	19	27	30	33	16	28	37		
	21	26	32	36	12	25	25		
	29	25	30	35	44	22	25	22	31
Nov.	18	9	6	20	46 n	35	35w	35	6w
	19	9	0	21	53	35	59		
	22	11	30	25	25	36	10		
	24	13	20	26	59	36	15		
	25	12	22	28	52	36	35		
	27	14	30	31	57	37	0		
	28	15	40	33	54	37	20		
Dec.	3	19	30	40	46	35	6	35	10

LXXIV. **Beobachtungen auf einer Reise von Kopenhagen nach Westindien und zurück in dem Barkschiffe *Foreningen* 1816 — 1817 von Lieutenant *Thomsen* von der Dänischen Marine.**

1816		Breite		Länge London		Abweichung Amplit.		Azimuth.	
Dec.		60°17'n		4°20'ö		24°	0w		
	16	61	3	4	28	20	30		
	17	61	0	Hetland		27	45		
		61	0	0	55	29	58		
	19	59	24	7	55w	33	0		
		59	22	7	55			32°30'	
	30	57	22	12	55	28	0		
1817									
Jan.	9	47	45	19	20	27	25		
	10	47	15	14	54			27	30
	15	37	40	18	43			24	16
		37	5	18	56	23	18		
	25	26	56	24	14			20	14
	27	26	8	26	0	18	50		
		25	48	27	1			16	58
	29	23	51	31	13			14	20
Feb.	2	21	19	36	45			13	24

1817		Breite		Länge London		Abweichung Amplit.		Azimuth.	
Feb.	3	20°21'n		39°18w		9°18w		°	30w
								7	54
	4	19	18	42	38			7	54
	5	18	58	44	46			5	34
		18	23	46	10	4	42	4	42
	6	17	57	47	44	3	27	2	54
		17	43	49	6	4	18	2	45
	7	17	13	51	12	1	50	2	30
	8	17	0	52	21	0	8		
		16	59	53	24			2	24
	9	16	47	54	51	0	36 ö		
	10	16	56	57	0	0	3w	0	2 ö
		16	54	58	27	0	32w	0	46 ö
	12	17	15	60	12	0	48 ö		
Apr.	15	17	45	64	45			2	50
Juni	13	20	40	65	20			1	0
		21	10	65	24	1	50		
	14	22	50	65	24	1	38		
	15	23	33	65	10	1	0		
	16	25	0	65	0			0	15
	18	28	0	64	15			0	30w
	19	29	20	63	57	1	0w	2	30
	22	32	30	63	0			4	0
	23	33	8	62	0			5	10
		33	31	61	0			4	42
	24	34	2	60	20			5	15
	25	34	38	59	40	5	36		
		34	38	58	40	6	30		
	27	36	16	56	30	9	20		
		36	54	55	40	9	20		
	28	38	48	47	48	16	30		
	30	38	54	47	30	17	30	15	24
		38	46	47	27	15	50		
Juli	2	39	20	45	20	15	15		
	4	42	10	39	50	18	30		
	5	42	37	37	57	23	30		
	7	43	52	33	46			27	16
	11	46	30	20	31	28	0	30	0
	13	47	30	17	20	33	0		
		48	5	14	20			28	20
	17	49	45	6	0	34	0	31	0
	19	50	41	0	33			22	15
	21	54	4	3	42 ö			20	30
	22	55	13	4	42	19	40		
	23	56	35	6	57			17	8
		57	3	7	15			21	40
	26	57	28	12	5	19	24		
	27	57	0	12	7	22	35		

LXXV. Tafel der Abweichungen gesammelt von *Mountaine* und *Dodson*.

Breite	Länge Lond	1700	1710	1720	1730	1744	1756
0°	0	4½ w	—	—	10½ w	11¾ w	15¼ w
	5 w	[illegible]	—	—	8½	12	15½
	10	1½	3½ w	5½ w	7	10	11
	15	0½	2	3½	5	7½	9
	20	0½ ö	0¼	1¾	3	5½	6½
	25	1½	0½ ö	0½	1½	3	4
	30	2¼	2	1½ ö	1 ö	0½	0½
	35	3¼	3	2¾	2¼	1½ ö	1½ ö
	40	4¼	4½	4	3¾	3½	3½
	45	[illegible]	5½	5¼	5	[illegible]	5
	50	3¾	—	—	6¼	6	6½
	5 ö	6 w	—	—	12½ w	15½ w	10½ w
	10	7¼	—	—	14½	13½	10½
	40	[illegible]	17 w	17½ w	17	10½	10¾
	45	17¼	17	10¾	16½	13¾	11¾
	50	17	16½	16	15	12	11
	55	16½	15½	14	13	11½	[illegible]
	60	15¾	13½	13½	11	9	6
	65	13¾	11	10	8½	6½	4½
	70	11½	9½	7¾	6	4	3½
	75	9	7½	[illegible]	4	1½	1
	80	7¼	6	4½	3	0¼	0½ ö
	85	5½	4	2½	1½	0¼ ö	1¼
	90	4¼	3½	1½	0½	1¼ w	1
	95	3¾	2½	—	—	2	0½ w
	100	[illegible]	1	—	—	2½	1
5° N	0 w	4¼ w	—	—	10½ w	16 w	15¼ w
	5	3¼	—	—	9	15	15
	10	1½	—	—	7¼	10½	11¼
	15	0¾	2½ w	3¼ w	5½	8½	9¼
	20	0	1½	2½	3½	6	7¼
	25	1 ö	0	1	2	3½	[illegible]
	30	1½	1¼ ö	0½ ö	0½	1½	1¼
	35	2¼	2½	1½	1½ ö	[illegible]	0½ ö
	40	3½	3½	3	2½	2¼	2¾
	45	4¾	4½	4½	4	3½	4
	50	5½	5½	5½	5¼	5	5½
	55	6¼	—	—	—	6¼	6½
	5 ö	6½ w	—	—	12½ w	10½ w	16½ w
	10	7¾	—	—	15¼	17½	17½
	45	10½	16 w	15½	[illegible]	[illegible]	14½
	50	[illegible]	15½	14¼	13½	13½	11
	55	15½	14¼	13	12	12	8¼
	60	14½	[illegible]	11½	10	9½	6
	65	[illegible]	11	9½	8	6	[illegible]
	70	[illegible]	9	7½	5½	3½	[illegible]
	75	[illegible]	7	5¼	3¼	1¼	0½
	80	6½	5	3½	2½	0½	0½ ö
	85	4½	3½	2½	1½	0¼	1¼
	90	[illegible]	—	—	—	1¼	0½
	95	2¼	—	—	—	2½	0½
10° N	15 w	1½ w	—	4½ w	6 w	0¼ w	10 w
	20	0½	2 w	[illegible]	4½	7	8
	25	0¼ ö	0¼	1¾	2¾	4½	5½
10° N	30° w	1 ö	0½ ö	0	1 w	2½ w	3 w
	35	1½	1½	0½ ö	0½ ö	0½	1
	40	2½	[illegible]	[illegible]	1½	1¼ ö	1 ö
	45	3½	[illegible]	[illegible]	3	2¾	2½
	50	4½	[illegible]	4½	4½	4	4
	55	[illegible]	5½	5½	5½	5¼	6½
	60	6½	—	—	—	6½	[illegible]
10° N	50 w	16 w	15 w	13 w	12½ w	11½ w	10½ w
	55	15	13½	12	11	9½	8
	60	13½	12	9½	9½	7¾	6
	65	12	10½	9	7½	6	4½
	70	10	8¼	[illegible]	5	3½	3
	75	8	6¾	5	3½	1½	1
	80	5½	4½	3½	2	0½	0½ ö
	85	4½	3½	2¼	1¼	0	1
	90	3½				1½	0½
	95	2½				2½	0½ w
15° N	20 w	1 w	2½ w	4 w	5½ w	7 w	9 w
	25	0½	1½	2½	3¼	4¾ w	6½
	30	0¼ ö	0½	1	1¾	2¾	4½
	35	1	0½ ö	0 ö	0½	1½	3½
	40	1½	1¼	1	0½ ö	0	0½
	45	2½	2¼	2	1¾	1½ ö	1 ö
	50	3¼	3½	3¼	3	2¾	2½
	55	4	5	4	4	4	3½
	60	5	5	5	5	5	5
	65	6	—	—	5	6	6
	70	7	—	—	5½	6¾	7
	75	[illegible]	—	—	—	7	7½
	80	8½	—	—	—	7	8
15° N	50 ö	15½ w	14½ w	13 w	11½ w	10½ w	9½ w
	55	14½	12½	11½	10¾	8¾	7¾
	60	13	11½	[illegible]	9	7½	6
	65	11½	10	9	7½	6	4½
	70	9¼	8¾	[illegible]	5½	4	2½
	75	8	6½	5	3½	2½	0½
	80	5¾	4½	3½	2½	1½	0
	85	4½	3¼	2¼	1	0½	0¼ ö
	90	[illegible]	2½	1¼	—	[illegible]	0¼
	95	[illegible]	1½	—	—	2½	0½ w
20° N	20 w	1½ w	3 w	4¼ w	[illegible] w	7 w	10 w
	25	1	2	3	3½	4½	8
	30	0¼	1	1½	2¼	3¼	5½
	35	0½ ö	0½	0½	1½	2¼	4
	40	0¾	0½ ö	0	0½	1	2½
	45	1½	1½	1 ö	0½ ö	0½ ö	0½
	50	2	2	1½	1½	1½	0¼ ö
	55	2½	2½	2½	2½	2½	2
	60	[illegible]	3¾	3½	3½	3½	3¼
	65	[illegible]	—	—	—	4½	4
	70	[illegible]	—	—	—	5	5
	75	6½	—	—	—	5½	5¼
	80	7	—	—	—	5¾	6
20° N	60 ö	11¾ w	11¼ w	10 w	9 w	7½ w	6 w
	65	11½	10	8½	7¾	6	4½
	70	[illegible]	8½	7	5½	4½	2½
	80	3½	2½	1½	1	0½	1 ö

Breite	Länge Lond	1700	1710	1720	1730	1744	1756
25°N	20 w	3 w	3¼ w	4 w	5¼ w	7 w	11 w
	25	1¾	2¼	2¾	4	5¼	9¼
	30	1¼	1½	2¼	3	4	7¾
25°N	35	1	1½	2	2½	3	5½
	40	0½	0¾	1	1½	2¼	3¾
	45	0¼ ö	0	0¼	1	1¼	2½
25°N	50	0¾	0½ ö	0¼ ö	0	0½	1
	55	1¼	1	1	0¼ ö	0⅛ ö	0
	60	2	2	2	1½	1½	1¼ ö
25°N	65	2¾	—	—	—	2½	2½
25°N	70°	3½	—	—	—	3¼	2¾
	75	4	—	—	—	3¾	3
	80	4¾	—	—	—	3¾	3
25°N	60 ö	12¾ w	11¼ w	10¼ w	9 w	7½ w	6 w
	65	11½	10¼	9	7½	6	4½
	70	10	8¼	7½	6	4½	2¾
30°N	10 w	3½ w	—	—	—	11½ w	13¾ w
	15	3¼	—	—	—	10¼	12¾
	20	3	4¼ w	5½ w	6¾ w	8½	12
30°N	25	2¾	3½	4¼	5½	6¾	10¾
	30	2½	3	3¾	4¼	5½	9
	35	2¼	2½	3½	3¾	4¼	7
30°N	40	1½	2	2½	3	3½	5¼
	45	1¼	1½	2	2½	2¾	4
	50	0¾	1	1½	1½	2¼	3
30°N	55	0½	0½	1	1¼	1½	2¼
	60	0¼ ö	0	0½	0½	1	1½
	65	0¾	0½ ö	0¼ ö	0	0½	1
30°N	70	1½	1½	1	0½ ö	0¼ ö	0½
	75	2	1½	1½	1	0½	0
	80	2½	—	—	—	0⅝	0
35°N	10 w	4½ w	—	—	9¾ w	12½ w	14¼ w
	15	4	—	—	9¼	11¼	13¾
	20	4	—	—	8¼	10¼	13
35°N	25	3¾	4¾ w	6 w	7½	9	12¼
	30	3¾	4½	5½	6½	8	10¾
	35	3½	4½	5¼	6	7	8¾
35°N	40	3½	4	4½	5¼	6¼	7¾
	45	3½	3¾	4¼	4¾	5½	6¼
	50	3½	3½	4	4½	5	5½
35°N	55	3½	3½	4	4½	4½	5
	60	3¼	3¼	4	4½	5	5¼
	65	3	—	—	—	5¼	6
35°N	70	2½	—	—	—	5¾	6¾
	75	2¼	—	—	—	6¼	7
40°N	10 w	5 w	—	—	10¾ w	13¼ w	15 w
	15	5¼	—	—	10½	12¾	14½
	20	5¼	—	—	10	12¼	14¼
40°N	25	5½	—	—	9½	11¼	13½
	30	5½	6¾ w	8 w	9	10½	12¾
	35	5¾	6½	7½	8½	9½	11¼
40°N	40	5¾	6¼	7¼	8	9	10
	45	6	—	—	7½	8½	9½
	50	6¼	—	—	7½	8¾	9¾
40°N	55	6¼	—	—	7½	8½	10
	60	6½	—	—	8	9¼	11

Breite	Länge Lond	1700	1710	1720	1730	1744	1756
40°N	65 w	7 w	—	—	8½ w	10¼ w	12 w
	70	7	—	—	9	11½	12¾
45°N	5 w	6 w	—	—	12½ w	15½ w	16½ w
	10	6¼	—	—	12¼	15	16¼
	15	6¾	—	—	11¾	14⅝	16¼
45°N	20	7	—	—	11½	14½	16
	25	7½	—	—	11½	14	16
	30	8	—	—	11¾	13¾	15¾
45°N	35	8¾	—	—	11¾	13¼	15¼
	40	9¼	—	—	12	13	15
45°N	45	10½	—	—	12¾	13¾	15½
45°N	50	11½	—	—	13½	14	16
	55	12½	—	—	14	15¾	17
	60	13¼	—	—	14	16	18¼
5°S	0 w	4¼ w	—	—	10 w	13¼ w	15 w
	5	2½	—	—	8¼	11¼	13
	10	1	3 w	4¾ w	6¾	9¼	10¾
5°S	15	0	1½	3	4¾	6¾	8½
	20	1¼ ö	0¼ ö	0¾	2¾	4	6
	25	2¼	1¼	0½	0¾	2	3
5°S	30	3¼	2¼	1¾ ö	1 ö	0½ ö	0
	35	4¼	4	3½	3¼	2¾	2¾ ö
5°S	5 ö	6 w	—	—	12½ w	15 w	16 w
	10	7½	—	—	14¼	16¼	17
	40	18	17¾ w	17¾ w	17½	17¾	17
5°S	45	18¼	18¼	18	17½	17	16
	50	18¼	17¾	17	16¾	15¾	12¾
	55	17¾	16¼	15¼	14¾	13	9¾
5°S	60	16½	14¾	13¼	13	10	6¾
	65	14¾	12¾	10¾	9	7	4½
	70	13	11	9	6¾	4½	3
5°S	75	11	9	7	5	2½	1
	80	9	7	5	3	0½	0
	85	7	5½	3¾	2½	0½	0¾ ö
5°S	90	5	4½	2¾	2	1½	0¾
	95	3¾	3½	1½	1½	2	0½ w
	100	3	2½	1¼	1	2¾	1½
10°S	0 w	3¾ w	— w	— w	9½ w	12½ w	14¼ w
	5	2¼	4¼	6¼	8¼	10¼	12¼
	10	0¾	2¾	4¾	6½	8¼	10¾
10°S	15	0½ ö	1	2¾	4	5¾	7¾
	20	1¼	0¼ ö	0	1½	3	4¾
	25	3	2¼	1¾ ö	0¾ ö	0¾	2
10°S	30	4	3¾	3	1¾	1¾ ö	1
	35	5½	5	4¾	4	4	3½
10°S	5 ö	5¾ w	—	—	12 w	13½ w	15¾ w
	10	7½	—	—	14	16	16¾
	15	9¾	—	—	15½	17½	17¾
10°S	40	18¼	18¾ w	18¾ w	18¾	19	19¼
	45	19½	19¼	19	18¾	18¼	18
	50	19½	19	18¼	17¾	16½	15¼
10°S	55	18½	17¼	16½	15¼	14½	10¼
	60	17	16	15	14	11¼	7½
	65	15½	13½	11½	10	8	5
10°S	70	14½	12	10	8	5¾	3½
	75	12½	10¼	9	5¾	3¾	2

Breite	Länge Lond	1700	1710	1720	1730	1744	1756
10°S	80 ö	10¼ w	8 w	5½ w	4 w	1¾ w	1 w
10°S	85	8½	6¾	5	5¾	1½	0¾
	90	6¾	5½	4⅓	3	1¾	0¼
	95	5	4½	4	3½	2⅓	1
10°S	100	3¾	3½	3¼	3	2¾	2
	105	2¾	2¾	2½	2¼	3¼	2¾
	110	2	—	—	—	3¾	3¼
15°S	0 w	3½ w	5½ w	7¼ w	9½ w	11¾ w	14 w
	5	1¾	3½	5¾	7¾	9½	12
	10	0½	2	3¾	5½	7½	9½
15°S	15	1¼ ö	0½	1¾	3¼	4¾	7
	20	2½	1½ ö	0¾ ö	0¾	1¾	4
	25	3¾	3	2¼	1½ ö	0½ ö	1
15°S	30	5	4½	4	3½	3	2 ö
	35	6½	6¼	5¾	5½	5	4½
	40	7¼	—	—	—	6¾	6½
15°S	5 ö	5¼ w	—	—	11½ w	17¼ w	15¼ w
	10	7½	—	—	14	15½	16½
	40	19¾	19¾ w	20 w	20	20	20
15°S	45	20½	20½	20½	20½	20	19½
	50	20¼	20	19½	18¾	18	16¼
	55	19½	18½	17½	16½	15½	12¾
15°S	60	18¾	17	16	14½	12⅓	9
	65	17	15½	13½	13	9½	6
	70	15½	12¾	10¾	9	7¼	4¼
15°S	75	14	12	9¾	7½	5	3¾
	80	12	10	8	6	3½	2½
	85	10	8	6¼	4¾	2¾	2¼
15°S	90	8½	7½	6	4½	3	2¼
	95	6½	5¾	5	4¼	3¾	2¾
	100	5	4¾	4½	4¼	3¼	3½
15°S	105	3½	3½	3¼	3¼	4¼	3¾
	110	2½	—	—	—	4½	—
20°S	0 w	3¼ w	5¼ w	7¼ w	9 w	11 w	13½ w
	5	1½	3¼	5	6¾	8¾	11¼
	10	0½ ö	1¼	3	4¾	6¼	8¾
20°S	15	1¾	0½ ö	0¾	2	3½	5¾
	20	3	2¼	1½ ö	0¼	0½	3
	25	4¾	4½	5½	2½ ö	2 ö	0
20°S	30	6	5½	5¼	4¾	4½	2½ ö
	35	7¾	7½	7½	6¾	6½	5
	40	9½	—	—	—	8	7½
20°S	5 ö	5½ w	—	—	11 w	13¼ w	15 w
	10	7½	—	—	13½	15	16¼
	15	9½	—	—	17¼	16½	17¾
20°S	35	19	19¼ w	19¾ w	20¾	20¾	22
	40	20½	20¾	21¼	21½	21¾	22
	45	21¾	21½	21¼	21⅓	21¾	21½
20°S	50	21¼	21	20¾	20¼	19¾	18¾
	55	20½	20	19¾	18¾	17	15
	60	19½	18¼	17	15¾	14½	11¼
20°S	65	18¼	17	15¾	14¾	12	8
	70	16¾	15½	17½	12	10	6
	75	15	13	10¼	9	7½	4¼
20°S	80	13½	11¾	9¾	8	6	4½
	85	11½	10	8½	7	5	4½
	90	10	8¾	7½	6¼	4¾	4½
20°S	95 ö	8 w	7¼ w	6½ w	5¾ w	4¾ w	4½ w
	100	6½	6¼	6	5½	5	4¾
	105	4¾		5	5	5	4¾
25°S	0 w	3 w	5 w	7 w	8¾ w	10½ w	12¾ w
	5	1	2¾	4½	6¾	8	10
	10	1 ö	0½	2½	4	5½	7½
25°S	15	2½	1¼ ö	0	1½	2½	4¾
	20	4	3¾	2 ö	1¼ ö	0½ ö	2¾
	25	6	5¾	4½	3¾	3	1 ö
25°S	30	7½	7	6½	6	5½	3½
	35	9¾	—	—	—	7½	6
	40	11	—	—	—	9	—
25°S	5 ö	5¼ w	7 w	8¾ w	10½ w	12½ w	14½
	10	7½	—	—	—	14½	16
	15	9½	—	—	—	16½	17¾
35°S	35	19½	20¼	20¾	21½	22¼	23½
	40	21	21½	22	22½	23¼	23¾
	45	22¼	22½	22¾	23	23¼	23
25°S	50	22½	22½	22¼	22½	22	21
	55	22	21½	21	20¾	19¾	18
	60	20¾	19¾	19	18¼	17	14½
25°S	65	19¾	18¾	17¼	16¾	15	11¾
	70	17¾	16¾	15¾	14½	13	9½
	75	15¾	15	13¾	12¼	11½	8
25°S	80	14¼	13½	12¼	10¾	9¼	7½
	85	13	11¾	10½	9¾	8	7¼
	90	11¼	10¼	9¾	8¾	7¼	7
25°S	95	9½	9	8½	7¾	7	6½
	100	7¾	7½	7¼	7	6¾	6
30°S	0 w	2¾ w	4¼ w	6 w	7½ w	9⅔ w	11¾ w
	5	0½	2	3½	5¼	7	9
	10	1½ ö	0	1½	3	4½	6¼
30°S	15	3¼	2¼ ö	0¾ ö	0½	1½	3½
	20	5	4¾	3¾	2¼ ö	1½ ö	0½
	25	7¼	6¾	5¾	5	4	2 ö
30°S	30	9	—	—	—	6¼	4½
	35	11	—	—	—	8¾	7½
30°S	5 ö	5 w	7 w	8¾ w	10¾ w	11¾ w	13¾ w
	10	7¼	9½	11¾	12¾	14	15¾
	15	9¾	—	—	—	16	18
30°S	30	17½	18½	19½	20½	21½	23¾
	35	20¼	21	21¾	22½	23½	24¾
	40	21¾	22½	23¾	24	24¾	25¼
30°S	45	23	23½	24	24¼	24¼	24½
	50	23½	23¾	24	24½	24¼	23¾
	55	23	23	23	22¾	22¼	21
30°S	60	21¾	21½	21	20¾	20	18
	65	20¼	19½	19	18¾	17¾	15
	70	18¾	18	17¼	16½	15½	13
30°S	75	17¼	16½	15¾	14¾	13¾	11½
	80	15¾	15	14	13	12	10¾
	85	14	13¼	12¾	11½	10½	10¼
30°S	90	12½	11¾	11	10¾	9½	9¾
	95	10¾	10	9¼	9¾	8¾	9
	100	8¾	—	—	—	8¾	—
35°S	0 w	2½ w	4 w	5½ w	7 w	8½ w	10¾ w
	5	0	1	2½	4	5¾	7¾

Breite	Länge Lond	1700	1710	1720	1730	1744	1756
35°S	10w	2¼ ö	1⅓ ö	0½w	1½w	3¾w	5½w
35°S	15	4¼	—	—	—	0½	2¼
	20	6¾	—	—	—	2⅔ ö	0½ ö
	25	8⅔	—	—	—	5	3
35°S	30	10¾	—	—	—	7¼	5¾
	35	12¼	—	—	—	9½	8¼
35°S	5 ö	5 w	6½ w	8 w	9½ w	11 w	13 w
	10	7¾	8½	10½	11¼	13½	15¼
	15	9¾	11¼	12¼	14¼	15½	17¼
35°S	20	12½	14	13¾	17	18¼	19¼
	25	15¼	16½	18	19¼	20¼	22¾
	30	18½	19½	20½	21½	22¼	24½
35°S	35	21	22	22½	23½	24½	20
	40	22½	23½	24¼	25	26	20¼
	45	24¼	25	25	26	27	20½
35°S	50	24¼	24¾	24¾	26	26½	24¼
	55	24½	24½	24½	24½	25	23
	60	25	25	24	24¼	24¼	21
35°S	65	22½	22¾	21	20¾	20	18¾
	70	19¾	19¼	19¼	18¼	17¼	16¾
	75	18¼	17¾	17¾	17¾	16	15¾
35°S	80	16¼	16¼	16¼	15	14½	14¼
	85	15	14½	14	14½	13	13½
	90	13½	13	12¾	12½	12	12¼

Breite	Länge Lond	1700	1710	1720	1730	1744	1756
35°S	95 w	11½ w	11⅓ w	11¼ w	11 w	10¾ w	—
40°S	0w	2 w	3½ w	3 w	6½ w	7¾ w	9¾ w
	5	0½ ö	0⅝	2	3½	5	6¾
	10	3¼	—	—	—	2½ ö	4¼
	15	5¾	—	—	—	0⅔	1¼
40°S	20	8	—	—	—	3¼	1¼ ö
	25	10½	—	—	—	5⅚	4
	30	12½	—	—	—	8	6½
40°S	5 ö	4½ w	6 w	7½ w	9 w	10¾ w	13 w
	10	7¼	8¾	10	11½	12¾	15¾
	15	9¾	11	12¾	14	15⅞	17¼
40°S	20	13¼	14¼	15½	17	18½	20
	25	16	17¼	18½	19¾	21¾	22¾
	30	19	20	21¼	23¼	25½	25¼
	35	21¼	22¼	23½	24½	27¼	27
40°S	40	23¾	24½	25	26	27	28¼
	45	25¼	26	26¾	27½	28¼	27¾
	50	26	26½	27	27½	28½	27¼
40°S	55	25¼	25¾	25¾	26	26¾	24¾
	60	24	24	24	24¼	24¼	22¾
	65	22½	22¼	22¼	22¼	22	20¾
40°S	70	20¼	20¼	20¼	20	19½	19¾
	75	19¼	18¼	18¼	17¼	17¾	18¼
	80	17½	17	16½	16	15½	17¾

Abweichungen der Magnetnadel von den Orkney-Inseln nach der Hudsons-Strafse und Bucht, in dem Jahre 1757.

Breite	Länge Lond	Abw.	Breite	Länge Lond	Abw.	Breite	Länge Lond	Abw.	Breite	Länge Lond	Abw.	Breite	Länge Lond	Abw.
59°N	4° w	18° w	60° N	27°w	27° w	62° N	61°w	41°w	62° N	81°w	39°w	57°N	92° w	17°w
58	10	18	61	27	25	60	65	30	65	81	40	58	92	17
59	10	19	56	33	29	61	65	40	62	85	33	58	94	17
60	10	20	57	41	29	62	65	41	63	85	20	59	94	18
61	10	20	58	43	30	61	71	41	62	85	39	59	95	18
62	10	21	59	45	31	62	71	41	63	85	40			
58	27	24	60	65	39	63	79	45	61	86	35			
59	27	24	61	65	40	61	81	38	62	86	37			

Anmerkungen zur ersten Tafel.

1. Der Zweck der ersten und zweyten Tafel war, theils an Einem Orte eine Anzahl einzelne in verschiedenen Werken zerstreute Beobachtungen über der Magnetnadel Abweichung und Neigung zu sammeln, theils diejenigen Beobachtungen über diese beiden Erscheinungen zusammenzustellen, welche an einem und demselben Orte, aber zu verschiedenen Zeiten angestellt sind, um die jährlichen Veränderungen der Abweichung und Neigung zu entdecken. Zur Erreichung der letztern Absicht mit einigem Grade von Genauigkeit sind nur wenige hinlänglich genau. Von den Veränderungen dieser Abweichungen erhält man einen weit deutlichern Begriff durch Betrachtung derjenigen Linien auf den Karten für 1600 und 1700, in welchen die Abweichung unveränderlich ist. Das Wichtigste, was aus der ersten Tafel zu ersehen, ist, dafs im westlichen Europa

die jährliche Wanderung der Magnetnadel gen Westen im letzten Viertel des verwichenen Jahrhunderts mit abnehmender Geschwindigkeit dermaßen geschehen ist, daß die Nadel jetzt stillstehend, ja sogar rückgängig zu seyn scheint. Die Beobachtungen sind, wie schon die innere Uebereinstimmung darthut, sehr verschieden an Werthe. Selbst bey denjenigen Abweichungen, welche auf den berühmteren Sternwarten beobachtet worden, zeigen sich bisweilen von Jahr zu Jahr Sprunge von etwa 1 Grade. Diese Unrichtigkeiten lassen sich leichtlich folgender Maßen erklären: magnetische Beobachtungen in Häusern können nicht ganz zuverlässig seyn, und zwar wegen des im Gebäude befindlichen Eisens (siehe Anmerk. 3 und 5); der Nadel magnetische Axe fällt nicht jederzeit mit der mathematischen zusammen, was bey breiten Nadeln einen merklichen Fehler hervorzubringen vermag; die Mittagslinie kann einen Fehler von ein paar Minuten haben; wenn sonach zwey verschiedene Beobachter an zween verschiedenen obwohl nahegelegenen Orten, mit verschiedenen Werkzeugen und Methoden zur nämlichen Zeit die Abweichung beobachten, so kann leichtlich ein Unterschied von ¾ Grad und darüber zwischen ihren Angaben eintreten, wenn alle obengedachte Unrichtigkeiten nach entgegengesetzten Seiten fallen. Hierzu kommt, daß, da der Nadel tägliche Schwingung bis auf ½ Grad und die jährliche bis ¾ Grad steigen kann, die Abweichung sich nicht durch eine einzelne Beobachtung des Jahres bestimmen läßt. Endlich darf man wohl behaupten, daß wir noch nicht wissen, was eigentlich unter der Nadel *mittlerer Abweichung* verstanden werden müße. Die Meisten nehmen denjenigen Punkt in der Nadel täglichem Schwingungsbogen, welcher mitten zwischen der größten östlichen und westlichen Elongation liegt, als den täglichen mittleren Stand der Nadel an. Der Nadel wahrer mittlerer Stand muß diejenige Stellung seyn, in welcher sie, bloß durch die Kräfte beider Magnetaxen der Erde getrieben, in Ruhe ist. So lange wir aber die Kräfte nicht kennen, welche die täglichen Schwingungen um diesen mittleren Stand verursachen, können wir uns nicht vergewissern, ob die östliche Elongation des Vormittags und die westliche um 2 Uhr des Nachmittags gleich groß sind; sind diese Elongationen ungleich, so wird der aus denselben gefundene Mittelstand ebenfalls unrichtig. Der Nadel mittlere Abweichung läßt sich also bis auf die einzelne Minute, geschweige bis auf Minutentheile, nicht mit Sicherheit angeben, so wenig man aus einzelnen Beobachtungen über die Länge und Breite eines Planeten, ehe denn alle Gleichungen für seine Bewegung bekannt sind, den mittleren Stand desselben bestimmen kann. Es wäre sehr nützlich gewesen, bey jeder Beobachtung das Werk anzuführen, woraus sie entlehnt ist, indem man darin über die Genauigkeit der Methode oftmals Aufschluß finden wird; allein der Raum gestattete nicht eine solche Weitläuftigkeit, und durch den Namen des Beobachters wird man leicht angewiesen werden, jene an der rechten Stelle zu suchen.

2) Diese und alle folgenden, die bezeichnet sind: Astronom, Jahrb. 79, sind aus *Lamberts* Erklärung der magnetischen Abweichungskarte in Bodes astr. Jahrbuche 1779 genommen.

3) Die beiden ersten hier angeführten Beobachtungen werden angeführt gefunden in *Acta Medica Th. Bartholini Vol.* 1. *An.* 1671 *et* 72 *pag.* 217. An dieser Stelle liest man nämlich folgende Untersuchung über die Abweichung der Magnetnadel in Kopenhagen von *Erasmus Bartholin: Anno* 1649 *Hermann Luchtemacher, pyxidum nauticarum artifex, invenit acum græcicare* 1½ *Gr. Verum cum non difficulter fallaci observatione decipiantur præsertim incauti, consultum duximus in horto ædibus meis annexo hujus rei facere experimentum exactissima acu magnetica, quam secum attulerat ante laudatus D. Picart. Invenimus autem hac observatione ad Occidentem vergere a Septentrione gradibus* 3 *et* 35 *min. quam repetitis notis argumentisque signavimus, ut tandem vera Declinatio Magnetis hic Hauniæ innotesceret; et deprehendi quoque certo in posterum posset, ullone motu procedat, an ignavo corpore torpeat. In Insula Hvennæ eadem acu magnetica accepta Declinatio ostendit* 2° 35′, *non sine admiratione; intercedente integri gradus differentia, intervallo trium milliarium.*

Hieraus wird die jährliche Bewegung der Nadel zwischen 1649 und 1672 = 13′, 3 und also die Abweichung = 0° im Jahre 1656 gefunden, ungefähr zu derselben Zeit, da sie

in London = 0° war. Es ist einleuchtend, dafs die Nadel ihre gröfste jährliche Bewegung nach Westen von beynahe ¼ Grad in derjenigen Periode gehabt hat, da die Abweichung von *Oestlich* nach *Westlich* überging, dafs sie in der Folge zwischen 6 und 7′ gewesen ist, ausgenommen zwischen 1769 und 1774, da sie wiederum beynahe ¼ Grad war. Von 1792 — 1807 war sie stillestehend, und von 1807 an bis 1817 scheint sie rückgängig zu seyn. Endlich mufs bemerkt werden, dafs *Bugges* Beobachtungen auf der Kopenhagner Sternwarte von 1782 bis 1786 durch Abziehung von 23 Minuten corrigirt sind, indem *Bugge* in diesem Jahre, als er eine Mittagslinie in seinem Garten zog und mittelst derselben die Abweichung beobachtete, einen Unterschied von 23′ zwischen dieser und der Beobachtung auf dem Thurme fand, so dafs das Eisen der Sternwarte auf die Nadel gewirkt haben mufs. Durch diese Correction entsteht auch eine bessere Harmonie zwischen seinen und den Beobachtungen des *Lous* und *Wleugels*.

4) Baffin schreibt *Scoutesnefs* und nennt es die westlichste Spitze Norwegens; die von ihm angegebene Breite 61° 30′ geht besser auf *Stavenes*, eine der westlichsten Spitzen des festen Landes. *Skudesnäs* liegt nach Pontoppidans Karte am südlichen Ende der Insel *Karmen* in 59° 9′ Br. und 7° westlich von Kopenhagen, oder 23° 15′ ö Ferro. In Baffins Angabe mufs also, sey es im Namen oder in der Breite des Ortes, eine Unrichtigkeit statt finden. Nimmt man an, die Abweichung bey *Skudesnäs* war im Jahre 1768 = 18° 10′ w, gerade wie bey Stadthuk, und die jährliche Bewegung der Nadel sey einförmig gewesen, so ergiebt sich, dafs die Abweichung an diesem Orte im Jahre 1659 = 0 gewesen seyn mufs, ungefähr wie in London und Kopenhagen.

5) Wofern die jährliche Bewegung der Nadel in Stockholm vor 1718 = 8′, 2, wie von diesem Jahre an bis 1763, gewesen ist, so würde hieraus folgern, die Magnetnadel sey im Jahre 1677 rechtweisend gewesen. Auch hier ersieht man, dafs die jährliche Bewegung von der Mitte des verwichenen Jahrhunderts an 7′ bis 8′ wie in Kopenhagen war, bis sie, wie an letzterem Orte, zu Anfange des gegenwärtigen Jahrhunderts stillestehend gewesen ist, und nun gen Osten zu wandern scheint. Die vier letzten Beobachtungen sind mir vom Herrn Professor *Cronstrand* mitgetheilt. Da ich es in Zweifel zog, dafs die Nadel von 1787 bis 1790 einen Sprung von einem ganzen Grade gemacht haben könnte, war er so gefällig, mir von seiner Untersuchung über die Abweichung der Magnetnadel in Stockholm (Sv. Vet. Acad. Handl. 1817. S. 198) folgenden Auszug mitzutheilen. "Seit dem Schlusse des Jahres 1785 sind hier über die Abweichung der Magnetnadel täglich Beobachtungen gemacht worden. Vermuthlich wurde zu dem Ende der in der Folge benutzte Compafs aufgestellt, der von *Brander* verfertigt ist, mit einer 6, 77 Dec. Zoll langen Nadel in parallelepipedalischer Gestalt, an den Enden zugespitzt, und beweglich auf einem agathenen Hütchen. Ob er aber gleich auf der Sternwarte den angemessensten Platz erhalten hat, so entspricht letzterer doch nicht der Absicht. Ich habe nämlich gefunden, dafs die Nadel eine ungleiche Richtung annahm, je nachdem das gegenüberliegende Fenster mit seinen groben eisernen Haken geöffnet oder zugemacht, und je nachdem die nahe Thüre zwischen dem Observatoriumssaale und dem westlichen Zimmer durch ungleiches Oeffnen in einem kürzeren oder längeren Abstande vom Compasse zu stehen gekommen war. Da übrigens dessen eigentlicher Stand im Meridiane noch nicht gehörig bestimmt ist, so erhellt, dafs die im Tagebuche eingetragenen Beobachtungen keineswegs zur Beurtheilung der absoluten Abweichung dienen können. Dessen ungeachtet möchten sie, als wahrscheinlich mit ungefähr einerley Fehlern behaftet, einiges Stimmrecht fordern dürfen, wenn von Declinationsveränderungen die Rede ist, und einzig aus diesem Grunde habe ich mich für befugt gehalten, in der folgenden Tabelle das Mittel aus den beobachteten Declinationen für jeden Monat und jedes Jahr von und mit 1786 bis 1815 mitzutheilen. Die Gradzahl 15 ist allen Monaten gemein und desfalls ausgelassen."

Jahr	Jan.	Feb.	März	Apr.	Mai	Jun.	Jul.	Aug.	Sept.	Octbr.	Nov.	Dec.	Mittel für das Jahr.	Jahr	Jan.	Feb.	Marz.	Apr.	Mai.	Jun.	Jul.	Aug.	Sept.	Octbr.	Nov.	Dec.	Mittel für das Jahr.
1786	38′	45′	45′	50′	28′	24′	28′	37′	34′	37′	38′	44′	15°37′	1801	63′	68′	68′	66′	53′	48′	46′	45′	44′	44′	44′	48′	15°53′
1787	38	28	24	16	17	12	13	15	17	23	24	23	15. 21	1802	53	53	55	54	49	45	42	45	42	43	49	47	15. 48
1788	33	30	22	18	21	55	57	57	66	62	65	64	15. 46	1803	47	46	52	49	46	39	42	46	43	47	50	71	15. 48
1789	66	67	61	61	61	58	59	59	63	73	75	78	16. 5	1804	74	73	71	70	69	63	59	59	60	66	68	69	16. 7
1790	79	78	76	76	70	70	71	72	79	69	70	79	16. 14	1805	70	60	62	62	64	75	76	64	56	54	56	56	16. 3
1791	82	83	80	82	87	84	78	77	85	83	85	86	16. 23	1806	65	68	66	56	56	52	43	50	50	38	52	51	15. 54
1792	92	94	86	84	75	76	75	74	77	83	89	91	16. 25	1807	46	48	53	52	51	56	72	68	65	61	70	71	15. 59
1793	94	96	89	83	77	74	76	75	78	78	81	88	16. 22	1808	71	79	84	84	86	77	80	82	81	77	77	77	16. 20
1794	93	95	91	81	78	76	70	73	75	78	80	84	16. 21	1809	77	77	58	88	80	53	39	38	42	40	42	42	15. 56
1795	82	80	81	75	67	68	66	69	62	64	65	68	16. 10	1810	44	50	49	40	41	38	38	40	41	41	40	46	15. 42
1796	71	72	71	69	57	65	65	70	69	69	67	71	16. 8	1811	44	44	40	47	52	47	46	45	43	41	44	46	15. 45
1797	71	73	67	71	73	73	70	63	69	64	64	71	16. 9	1812	50	52	45	40	44	46	46	45	47	47	40	43	15. 45
1798	72	70	71	63	50	53	57	66	61	56	56	62	16. 2	1813	41	43	45	35	36	38	54	45	43	45	48	53	15. 44
1799	68	72	73	69	67	65	64	65	65	67	68	70	16. 8	1814	53	53	53	47	44	44	52	47	53	53	53	53	15. 51
1900	73	73	72	72	64	61	67	69	65	70	60	61	16. 7	1815	53	49	28	49	53	53	53	53	45	40	47	—	15. 47

In vorstehender Tabelle zeigt sich gar deutlich die Wirkung des Eisens der Sternwarte auf die Stellung der Nadel. Vom May an bis zum Juny 1788 hat sie einen Sprung von 34′ gen Westen, vom April an bis zum July 1809 einen ähnlichen von 49′ gen Osten gemacht. Selbst aus den jährlichen Mittelzahlen findet sich das jährliche Fortschreiten gen Westen von 1787 bis 1791 gröſser, als sich so nahe am Stillstandspunkte erwarten lieſse. Ich glaube deswegen, die Abweichung in Stockholm sey niemals beträchtlich gröſser gewesen als 15°52′, und daſs ihr Maximum zwischen 1800 und 1808 eingetroffen ist.

6) Wofern die älteste Beobachtung in Torneå von Professor *Bilberg* und Bischof *Spole* richtig ist, so ist es bemerkenswerth, daſs die Nadel in Torneå von 1695 an bis 1735 gen Osten und seitdem von 1735 an beständig gen Westen gegangen ist.

7) Diese nebst den Beobachtungen in Reval, Riga und mehreren finden sich in *W. L. Krafts Expositio Declinationis magneticæ in variis Imperii Russici regionibus observatæ (Nov. Comm. Petrop. Tom. XVII Ann.* 1772). Er bemerkt bey dieser Beobachtung, er habe sie *manu incognita in libro bibliothecæ imperialis* aufgezeichnet gefunden.

8) Scheinen gleich die ältern Beobachtungen in Petersburg nicht sonderlich genau zu seyn, so zeigen sie doch zur Genüge, daſs die Nadel von 1726 an bis 1772 oder 1774 stillestehend gewesen ist, daſs also die Linie, worin sich die Abweichung von 1700 an bis 1756 auf der Abweichungskarte No. II für das Jahr 1700 nicht geändert hat, nach Petersburg verlängert werden könne. Vor 1726 hat sich die Nadel vermuthlich, wie in Torneå (siehe Anm. 6), ostwärts bewegt. Von 1774 bis 1784 hat die Abweichung sehr stark zugenommen, und scheint in den letzten Jahren abzunehmen. Die Beobachtung 1805 ist aus *Acta Petropolitana* entlehnt; sie scheint mir aber fehlerhaft. Die drei letzten Beobachtungen sind aus den Zeitungen genommen; führ ihre Genauigkeit darf ich nicht stehen.

9) *Lambert* bemerkt (Astron. Jahrb. 1779), daſs man aus den Nachrichten *Strahlenbergs* ersieht, zur Zeit seiner Kriegsgefangenschaft in Sibirien, folglich zwischen 1710 und 1723, sey die Abweichung der Magnetnadel zu Tobolsk = 0° gewesen. Ungewiſs in Hinsicht der gehörigen Jahrszahl der Beobachtung, habe ich 1716 gesetzt.

10) Diese Abweichung wird so von *Kircher* angegeben. Sie ist vermuthlich älter als das Jahr 1600.

11) Die Berliner Beobachtungen stimmen innerlich nicht gut überein; die gröſsten Sprünge ergeben sich zwischen den Jahren 1751 und 1764, 1764 und 1770, 1780 und 1782, 1786 und 1787 bis 1788 d. h. jedes Mal, wenn ein neuer Observator gekommen ist. Aehnliche Anomalien wird man in den ältern Pariser Beobachtungen finden.

12) Die älteste Beobachtung in Danzig ist von *Kruger*, die beiden folgenden von *Hevel*, und finden sich angegeben in *Halleys Table of Variations* etc. Die letzte Beobachtung von *Koch* 1811 scheint die Abweichung etwas zu klein zu geben, welches aus Betrachtung der Abweichungskarte für 1787, wie aus Vergleichung dieser Beobachtung mit derjenigen des *Reccard* in Königsberg glaublich werden wird.

13) Es ist merkwürdig, dafs die Abweichung im Jahr 1600 in Königsberg = 0 war. Hieraus ist zu ersehen, dafs der nordöstliche Zweig der Linie ohne Abweichung (1 Cap. S. 31, 33) im Jahre 1600 durch Königsberg, also etwas westlicher gegangen ist, als er auf der Karte für das Jahr 1600 Tab. 1. angegeben ist. Ferner erhellet, dafs von 1628 an bis 1642 die Nadel sehr nahe stillestehend gewesen ist, woraus hervorgeht, dafs diejenige Linie, worin die Abweichung beständig ist, damals in der Nähe von Königsberg gegangen ist. Dies stimmt mit der Petersburg betreffenden Anmerkung 8. gut überein. Da ferner die Abweichung am Nordcap und bey Vardöehuus von Hudson = 11° und 7° gefunden wurde, wo dieselbe noch jetzt ungefähr von derselben Grofse ist (siehe die Karte 1787 und Tafel I. Anhang), so ergiebt sich, *dafs diese Linie, wo die Abweichung beständig ist, ferner bis zum Nordcap verlängert werden könne.*

14) Anlangend die ältesten Beobachtungen in Paris, siehe Hptst. 8. §§. 1, 2, S. 403—404. Die meisten derselben bis 1791 sind aus *Cassinis* Werke *de la Declinaison et des Variations de l'aiguille aimantée* und aus der Französischen Encyclopädie, Artikel *Aiguille aimantée*, genommen. Einige Physiker z. B. *Burkhardt* in der Monatl. Corresp. des Fr. v. *Zach*, 3 B. S. 164) ziehen die Richtigkeit der beiden ältesten Beobachtungen in Zweifel, und zwar, wie mir scheint mit Unrecht. Beide stimmen darin überein, dafs die östliche Abweichung vor 1580 kleiner als 11$\frac{1}{2}$ gewesen ist, welches auch aus der damaligen Lage und Bewegung der schwächern Magnetaxe zu folgen scheint. Wahrscheinlich ist die Abweichung in Paris im letzten Viertel des funfzehnten Jahrhunderts = 0° gewesen, als der Gebrauch des Compasses allgemeiner zu werden anfing, und hat sich seitdem bis gegen das Jahr 1580 ostwärts bewegt. *Picards* Nadel scheint die westliche Abweichung ungefähr 1$\frac{1}{4}$ Grad zu klein angegeben zu haben; davon überzeugt man sich sowohl durch Vergleichung der letzten Beobachtung *Picards* mit *La Hire's* erster, wie auch durch folgende gleichzeitige Beobachtungen *Thevenot's* in Issy:

	Zeit	Abw.	Zeit	Abw.
Juny	1663	0° 0′	1677	2° 50′ w
	1664	1 0 w	1678	2 50
	1667	2 0	1680	2 30
	1671	2 30	1681	2 30
	1673	2 50		

Es ist also wahrscheinlicher, dafs die Abweichung in Paris im Jahre 1663 = 0° gewesen ist. *La Hire*, Vater und Sohn, bedienten sich einer achtzolligen Nadel; dieselbe brauchte auch *Maraldi*; *Fouchy* wählte aber eine kürzere Nadel von 4 Zollen, weil er merkte, dafs gröfsere Nadeln zu verschiedenen Tageszeiten kleine Unterschiede in der Abweichung angäben, was er für einen Fehler ansah. (Siehe mehr davon in *Cassinis* obenangeführtem Werke.) Der Sprung von mehr denn einem Grade von 1743 bis 1744 von *Maraldis* letzter bis *Fouchys* erster Beobachtung mufs wohl mehr dem Beobachter als dem Magnetismus beygemessen werden.

Folgende in der Nähe von Paris angestellte Beobachtungen können zur Bestätigung und Berichtigung der Parisischen dienen:

Duhamel in Gatinois		*Le Monnier* in Issy	
14 März 1755 — —	17° 30′	30 Aug. 1778 — —	20° 36′
13 July 1769 — —	19 50	2 Sept. — — —	20 48
		2 Sept. — — —	20 47
		19 Aug. 1779 — —	20 54

Seit dem Anfange des gegenwärtigen Jahrhunderts scheint die Nadel auch hier, wie in Kopenhagen und Stockholm, stillstehend zu seyn.

15) Die Wanderung der Nadel gegen Westen ist in London ebenfalls stark im Abnehmen, so daſs sie muthmaſslich bald ganz aufhören wird. Nach den Beobachtungen des *Mark Beaufoy* in *Hackney Wick* nahe bey London (Breite 51° 32′ 40″, Länge westl. Greenwich in Zeit 6″, 82 siehe *Thomsons Annals of Philosophy* T. 1 — 5.) war die Abweichung:

	1813			1814.			1815.		
	Morgen	Mittag	Mittel	Morgen	Mittag	Mittel	Morgen	Mittag	Mittel
Jan.	24° —	24° —	24° —	24°15′,1	24°19′,1	24°17′,1	24°16′,8	24°20′,2	24°18′,5
Feb.	— —	— —	— —	— 14,8	— 21,0	— 17,9	— 15,2	— 21,9	— 18,5
März.	— —	— —	— —	— 14,5	— 23,1	— 18,8	— 14,8	— 23,7	— 19,2
Apr.	— 9′,3	— 21′,2	— 15′,2	— 12,9	— 23,9	— 18,4	— 16,2	— 27,7	— 22,0
Mai	— 12,0	— 20,9	— 16,4	— 12,8	— 22,2	— 17,5			
Juni	— 12,9	— 22,3	— 17,6	— 13,2	— 22,8	— 18,0			
Juli	— 14,5	— 23,1	— 18,8	— 13,5	— 23,7	— 18,6			
Aug.	— 15,9	— 23,5	— 19,7	— 14,2	— 23,8	— 19,0			
Sept.	— 15,8	— 22,5	— 19.1	— 14,6	— 23,3	— 18,9			
Oct.	— 15,7	— 22,9	— 19,3	— 14,1	— 21,8	— 17,9			
Nov.	— 17,3	— 20,4	— 19,8	— 16,3	— 20,6	— 18,4			
Dec.	— 17,5	— 20,5	— 19,0	— 18,0	— 20,6	— 19,3			

Beaufoy findet hieraus das jährliche Vorrücken = 31″; von 1802 an bis 1809 war dasselbe = 0′, 6 = 36″.

Ueberdies werden in *Thomsons* Annals T. 1, S. 219 folgende Beobachtungen in London angegeben, welche theils in der Tabelle nicht zu finden, theils etwas anders aufgeführt sind:

1622	*Gunter*	Abweichung	6°	0′	0″	ö
1634	*Gellibrand*	—	4	3	30	
1683	*Halley*	—	4	30	0	w
1722	*Graham*	—	14	20	0	
1811	*Lee*	—	24	14	2	

16) Diese Abweichung wird von Kircher ohne Angabe der Jahrszahl angeführt; sie muſs wahrscheinlich geraume Zeit vor dem Jahre 1600 beobachtet worden seyn; sie ist merkwürdig, weil sie die gröſste bekannte östliche Abweichung in Europa ist.

17) Folglich ist die Abweichung im Jahre 1665 in Lissabon = 0° gewesen.

18) Die hier angegebene Gröſse der Abweichung in Canton im Jahre 1685 scheint mir etwas zweifelhaft, zumal da ich mich nicht recht entsinnen kann, wo ich diese Angabe gefunden habe. Man sieht, daſs die Abweichung in Canton von 1616 bis gegen das Ende des siebzehnten Jahrhunderts sehr wenig zugenommen und hierauf bis zu unsrer Zeit wieder eben so langsam abgenommen hat.

19) Auf der Indischen Halbinsel und an den nahgelegenen Orten, wie Cochin, Goa, Madras, Ceylon und mehreren, sieht man, daſs die Abweichung zu Anfange des siebzehnten Jahrhunderts etwas über 5 Minuten jährlich abgenommen hat, und daſs diese jährliche Abnahme gegen das Ende des Jahrhunderts bis etwa 6′ gestiegen ist. In Madras war nach *Halley* die Abweichung im Jahre 1680 = 8° 10′, welches, verglichen mit der Bestimmung des *Mathews* 1722, eine jährliche Abnahme = 5′,5 giebt.

20) *Euler* giebt in seinen Briefen an eine Teutsche Prinzessin (3 Th. S. 84) die Abweichung in Peking, Jeniseisk und Japan im Jahre 1761 = 0° an; wer diese Beobachtungen gemacht, ist nicht angeführt, und anlangend die Abweichung in Peking, so scheint sie mit der Beobachtung des *P. Amiot* 1755 nicht übereinzustimmen.

21) Die Abweichung wird bey der Insel Flores von *Kircher*, *Metius* und *Stevin* = 0° angegeben; von wem und wann die Beobachtung gemacht ist, wird nicht angeführt. Allem Vermuthen nach ist diese Beobachtung etwas älter, als das Jahr 1600. Da man damals

glaubte, die Abweichung richtete sich regelmäſsig nach der östlicheren oder westlicheren Lage der Meridiane, so hoffte man mit Hülfe der Magnetnadel die Länge zur See bestimmen zu können, und zog daher den ersten geographischen Meridian durch die Insel Flores (siehe die im ersten Hauptstücke angeführten Stellen aus Kircheri Magnes).

22) Auf Teneriffa müſsen entweder Eisenminen oder irgend eine andere Local-Ursache seyn, welche die Nadel stört, gleichwie auf Elba, den Färöern, am Feuerlande, dem Nutkasunde und an mehreren Orten auf Island. Die Bestimmungen der verschiedenen Beobachter stimmen nicht innerlich überein, und eben so wenig thun dies gleichzeitige Beobachtungen an verschiedenen nahegelegenen Orten. So fand *Dentrecasteaux* bey Teneriffa den 13 Oct. 1791 die Abweichung am Bord durch ein Mittel aus 16 Beobachtungen = 18° 7′ 7″ w, bey St. Crux = 21° 33′ und sur le môle 23° 43′. Er bemerkt, daſs die Beobachtung am Bord am besten mit der Abnahme der Abweichung von Brest bis Teneriffa übereinstimmt. Wird also die Abweichung hier im Jahr 1791 = 18°9′ und 1769 nach *Fleurieu* = 15° 43′ angenommen, so wird der jährliche Zuwachs = 6′ 6 gefunden, was der jährlichen Veränderung auf Madera recht gut entspricht. Auf die Neigung scheinen diese örtlichen Ursachen hier, wie an den meisten andern Orten, weniger Einfluſs zu haben.

23) Die vier Comorrischen Inseln werden verschiedentlich benannt. Sie sind Angoxa oder Angazija, Anjouan oder Johanna, Mayota oder Majotta und Mohilla oder Mal-Ilha. Auf Johanna war nach *Halley* die Abweichung 1675 = 19° 30. Vergleichet man dies mit der Beobachtung des *Mathews* 1722 = 20° 39′, so findet man eine jährliche Veränderung = 1′ 5. Die jährliche Veränderung ist hier so gering, weil diese Inseln nahe an derjenigen Linie liegen, worin sich die Abweichung nicht ändert.

24) In Cairo ist die Abweichung von 1694 bis 1798, also ein ganzes Jahrhundert hindurch ungefähr dieselbe gewesen, weshalb die in vorstehender Anmerkung erwähnte Linie durch diese Stadt gezogen werden muſs.

25) Nach Hauptstück 1. S. 28 beobachtete *Keeling* am Nadelcap den 22 Dec. 1609 in 35°26′ S. B. den Untergang der Sonne West 28½ Süd nach dem Compasse. Nach v. *Zach's* Sonnentafeln finde ich für diesen Tag die wahre Länge der Sonne = 9s 11° 1′½, die Schiefe der Ekliptik = 23° 29′½, die Declination der Sonne = 23° 2′ südlich, also ihr Azimuth beym Untergehen = 61° 18′. Sie ging also 28° 41′ südlich vom wahren Westpunkte und nach dem Compasse 28° 30′ südlich von demselben unter; folglich war die Abweichung = 0° 12′ w.

26) Längs der Ostseite Madagaskars ist bemerkter Maſsen die Abweichung in etwa ein paar Jahrhunderten beinahe dieselbe gewesen.

27) Die Insel S. Catharina liegt also nahe an der Amerikanischen Linie, in welcher die Abweichung im 18ten Jahrhundert unveränderlich gewesen ist (siehe Atlas TAB. 1.

28) Die Beobachtung des *Ginge* in der Colonie Godthaab stimmt mit der Bestimmung des Lieut. *Pickersgill* in Musketto Cove, das ungefähr 45′ nördlicher liegt, gut überein. Bey Anführung der Gingischen Beobachtung 1784 hat sich übrigens ein Fehler eingeschlichen; denn ich finde in den Schriften der Dänischen Gesellschaft der Wissenschaften (*Nye Saml.* 3 Th. S. 179) angeführt, daſs Herr *Ginge* mit einer achtzolligen Nadel die Abweichung den 1 und 2 Sept. 1784 = 48° 51′½ westlich fand. Im October 1786 fand er sie mit dem Mannheimischen Instrumente = 51° 1′ (siehe Hptst. 8. S. 463). *Bugge* sagt, *Ginge* hätte durch eine Mittelzahl die Abweichung 50° 57′ gefunden und sie wäre bis 52° 54′ gewachsen, bisweilen hätte sie bis 48° 42′ abgenommen, so daſs die äuſsersten Gränzen über 4° aus einander liegen (siehe die Schriften der Gesellschaft S. 531). Die angeführte Mittelzahl muſs wohl die Beobachtungsreihe vom 20 Octbr. 1786 an bis zum 7 Apr. 1787 gelten. Da solchergestalt die Veränderungen in einem halben Jahre an diesem Orte so groſs sind, so kann hier, wie an andern ähnlichen Orten in der Nähe der Magnetpole, die mittlere Abweichung noch schwerer mit einigem Grade der Genauigkeit durch eine einzelne Beobachtung bestimmt werden.

29) Die Beobachtungen bey Spitzbergen stimmen innerlich nicht gut überein; dieser Mangel

an Uebereinstimmung kann jedoch meines Erachtens eben so wohl den magnetischen Kräften der Erde beygemessen werden, als ihrer geringen Genauigkeit. Aus den Beobachtungen des Capit. *Phipps* (Anhang S. 91) ist zu ersehen, daſs sich die Abweichung mehrere Mal Sprungweise zwischen 12° und 20° an naheliegenden Orten verändert. Die nämliche Unbeständigkeit findet auch Statt bey Cooks Beobachtungen im stillen Meere südwestlich vom Feuerlande. Grade an diesen beiden Orten ist der Winkel D — D′ (siehe Hptst. 8. S. 473) sehr groſs, und nähert sich 180°; eine kleine Veränderung im Kraftverhältniſse der Magnetaxen kann also hier eine bedeutende Wanderung der Nadel erzeugen. Uebrigens ist sichtlich, daſs sich die Abweichung bey Spitzbergen seit dem Anfange des 17ten Jahrhunderts bis auf die Zeit des *Phipps*, d. h. in fast 200 Jahren nicht beträchtlich geändert hat.

30) Bey den meisten Inseln im Südmeere, wo man ältere Beobachtungen hat, z. B. Anamocka, heilige 3 Königs Insel, Morderbay an Neu-Seeland, Pilstart, Tongatabu, Waygiou, sieht man, daſs der Abweichung jährliche Veränderung nur sehr klein ist, nämlich etwa 1 Minute des Jahres.

31) Bey Port du Sud nicht weit von diesem Orte fanden dieselben Beobachter den 7 Febr. 1793 in der Breite 43° $34'\frac{1}{2}$ s, Länge 144° $36'\frac{1}{4}$ östl. Paris, die Abweichung = 2° 52′ ö (Hptst. 2 S. 69); die Nadel muſs aber hier durch Oertlichkeiten gestört worden seyn.

32) Anlangend die Abweichung in Manilla drückt sich *Le Gentil* im zweyten Theile seiner Reise S. 825 folgender Maſsen aus: "*Il n'y a point ou presque point de déclinaison dans cette même Ville, car ayant placé la ligne* Nord & Sud *d'une boussole ordinaire, dont l'aiguille avoit près de 6 pouces de longueur, sur la méridienne vérifiée de P. Don Estevan-Roxas y Mélo, j'ai trouvé 1 degré à l'Ouest; mais ayant placé la ligne* Est & Ouest *de la même boussole sur la même méridienne, j'ai trouvé au contraire un demi-degré à l'Est pour la déclinaison; ce que j'ai répété plusieurs fois. Ne sachant d'où provient cette différence, si ce n'est que je soupçonnai un défaut dans l'aiguille, j'ai pris un millieu, et j'ai supposé, qu'à Manille l'aiguille aimantée avoit sa direction de 15 minutes à l'Ouest du Monde.*"

33) Die erste Beobachtung ist am Lande, die zweyte am Bord gemacht.

Anmerkungen zur zweyten Tafel.

1. Die genaueren Umstände dieser Beobachtung finden sich in *Gilberts* Ann. der Physik 6 Band, S. 173. Sie stimmen mit denjenigen *Pantons* im nördlichen Theil des rothen Meeres gut überein. *Gilbert* glaubt, durch Vergleichung der Oscillationen der *Nouetschen* Nadel in Alexandrien mit denjenigen der *Humboldtschen* in Paris, das Verhältniſs der magnetischen Intensität an diesen beiden Orten ableiten zu können. Dies wäre aber bloſs dann thunlich gewesen, falls *Nouet* angegeben hätte, wie viele Schwingungen seine Nadel in Paris gemacht.

2) Ein Mehreres über diese Beobachtung siehe die 3te Tafel S. 91.

3) Scheinen diese Beobachtungen gleich mit groſser Sorgfalt gemacht, so lassen sie sich doch schwer mit den übrigen verbinden, nach welchen die Neigungskarte construirt ist. Die Neigung in *New-Cambridge* scheint mir eher etwas über 70° seyn zu müssen.

4) In *Gilberts Annalen* B. 27. St. IV. S. 469 wird angeführt: "Im Junius 1787 hatte *Beauchamp* 10 Lieues von *Kasbin* auf dem Wege nach *Ispahan* zu, beym Untergange der Sonne und sehr freien Horizonte, die Abweichung 7° 33′ westlich und die Inclination $56\frac{1}{2}$° gefunden, wobey jedoch ein Fehler von 1° obwalten kann, da der Limbus des Instruments sich verbogen hatte". Diese Neigung *Beauchamps* ist wenigstens 10° zu groſs.

5) Die ältesten Beobachtungen des *Whiston* geben ohne Zweifel die Neigung in London zu klein (siehe Hptst. 2. S. 44).

6) *Le Gentil* sagt: *A Manille j'ai observé, que ma boussole donnait l'inclinaison, la Fleur-de-Lys au Nord, de 11° 4', et la Fleur-de-Lys au Sud de 12°18', difference 1° 14'.* Dieses Instrument war schlecht abgewogen. Die Differenzen stiegen je zuweilen bis 5° (siehe Anhang Tafel 3. S. 87), und es ist wohl nicht ausgemacht, ob eine Mittelzahl zwischen jedem Paare zusammengehörender Beobachtungen die rechte Neigung giebt.

7) Am Lande im Nutka-Sunde fand Cook d. 4 Apr. die Neigung 72°32 3''¾; am Bord den 5ten dieselbe 72° 25' 41''¼ (siehe Tafel 3. S. 87). Bey Vergleichung der Beobachtungen *Cooks* und *Vancouvers* möchte man glauben, die Neigung an der Nordwestküste Amerikas sey im Zunehmen. Aus theoretischen Gründen däucht es mir wahrscheinlicher, daſs sie allda abnehme, indem sich nämlich der Amerikanische Nordpol ostwärts bewegt, also von dieser Küste entfernt.

8) Beides *Cook* und *Vancouver* finden die Neigung um die Sandwich-Inseln etwas über 40°, *La Perouse* aber in ihrer Nähe etwa 30° (siehe dessen Beobachtungen d. 28 — 31 May 1786, Tafel 3. S. 105). Konnen gleich *La Perousens* Neigungsbeobachtungen auf keine Weise derjenigen der gedachten Seefahrer an Genauigkeit zur Seite gestellt werden, so habe ich doch kein Bedenken getragen, die Linie von 30° nördlicher Neigung durch die Insel *Owhyhee* zu ziehen. Wollte man die Linie von 40° Neigung durch diese Insel ziehen, so müſste man alle sowohl nördlichen als südlichen Neigungslinien etwa 8° gen Süden verrücken, was aber allen übrigen Beobachtungen *Cooks* und *Vancouvers* sowohl nördlich als südlich vom Aequator widerstreiten würde, und sich zugleich schwerlich mit den *Humboldtischen* in Mexiko und Acapulco vereinbaren lieſse. Ich muſs gestehen, diese beträchtliche Verschiedenheit zwischen den verschiedenen Partheien ist mir ein unauflösliches Räthsel.

9) *Krusenstern* giebt über seine Beobachtung folgende Erläuterung (siehe seine Reise Th. 2. Cap. 7): "Um die Neigung von dem Einflusse zu befreien, welchen die ungleiche Schwere der beiden Enden der Magnetnadel haben muſs, so wurden die 4 Balancier-Kügelchen von der Axe der Magnetnadel abgenommen, und die Neigung derselben zu wiederholten Malen versucht. Das Mittel derselben war:

Die Theilung nach O. gekehrt 46° 20' }
Die Theilung nach W. gekehrt 62 13' } 54° 16'

Nach diesem wurden die Pole der Nadel vermittelst eines starken Magneten umgewendet. Die Neigungen waren:

Die Theilung nach O. gekehrt 66° 28' }
Die Theilung nach W. gekehrt 79° 10' } 72° 49'

Durch Verbindung dieser beiden Resultate erhält man die wahre nördliche Neigung der Magnetnadel ½ (72° 49' + 54° 16') = 63° 32'.

10) Die Neigung in Tobolsk ist sicherlich 8° bis 10° zu groſs, da sie erst bei Spitzbergen = 80° wird (siehe die Neigungskarte Tafel VII).

11) Die Insel *Tanna* ist auf den Karten durch einen Fehlgriff in den Meridian 169° 49'w, statt in denjenigen 169° 49'ö gelegt. Die Neigung auf *Tanna* kann nach der Karte nicht über 40° seyn, demnach ist die Beobachtung um etwa 5° unrichtig.

12) In der *Talcaguana-Bay* nahe bey *Conception* fand *La Perouse* im Febr. 1786 die Neigung = 50° 45', in Conception = 50°0' (Tafel 3. S. 164.) In Conception fand *Feuillée* den 14 Febr. 1710 die Neigung = 55° 30' (Tafel 2. S. 34). Dies giebt in 76 Jahren eine Abnahme von 4°45', d. h. jährlich von 3', 7, was mit der Abnahme an andern Orten längs den Südamerikanischen Küsten übereinstimmt. Die Ursache dieser Abnahme ist die Bewegung des Amerikanischen Südpoles nach Westen.

I Th. Pl. I.

Fig 3.
A
B
N

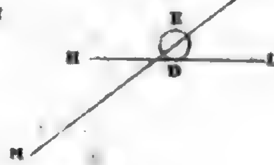


Fig 4.
N
E
H
D
L
M

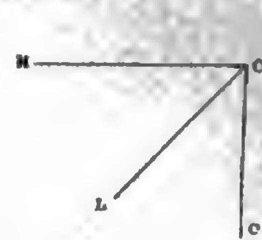
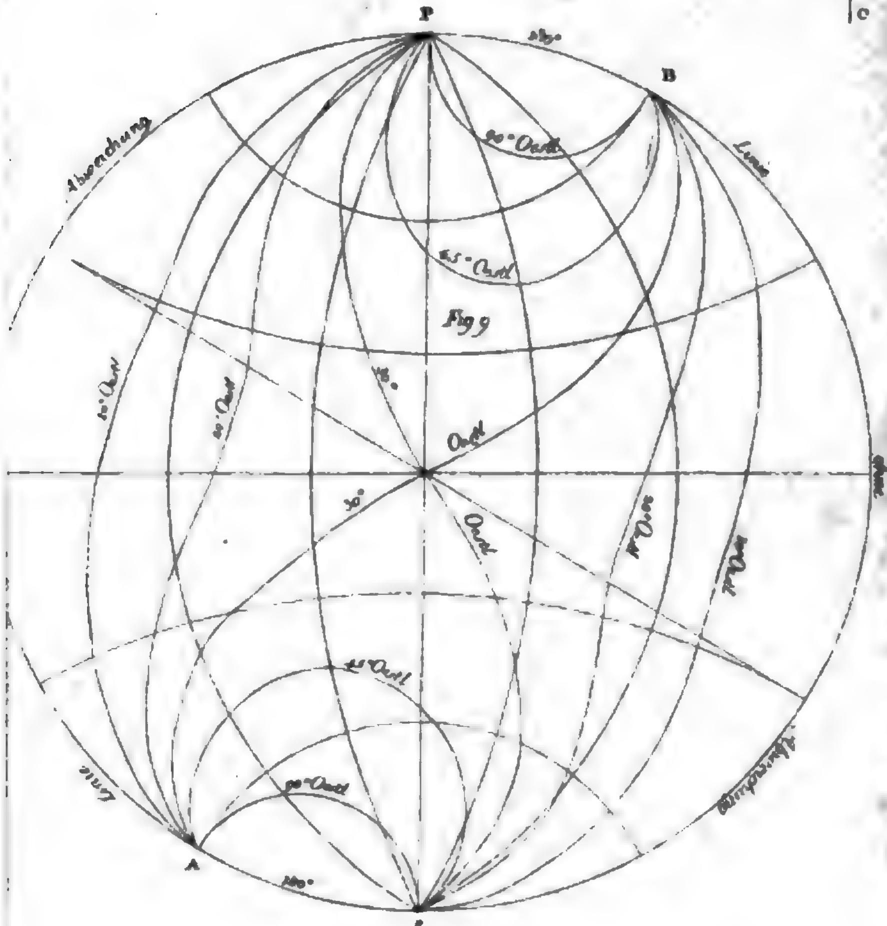


Fig. 5.
N
L
C


P
B
A
p
Fig 9
Abweichung
Linie
90° Oestl
45° Oestl
30°
180°

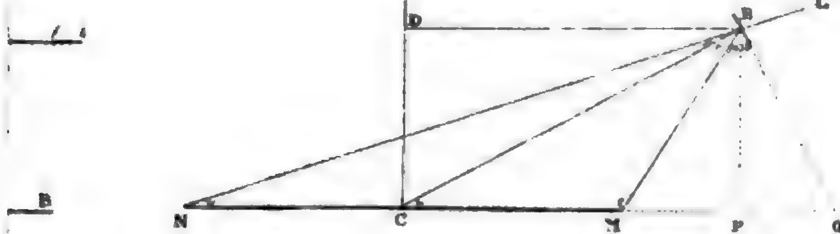

D
B
L
N
C
M
P
Q

Fig.3
A
C
N
S

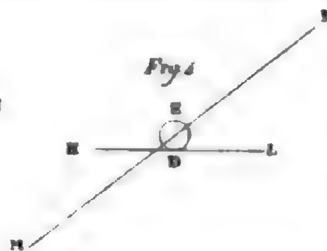


Fig.4
N
E
K
D
L
M

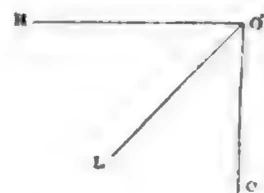
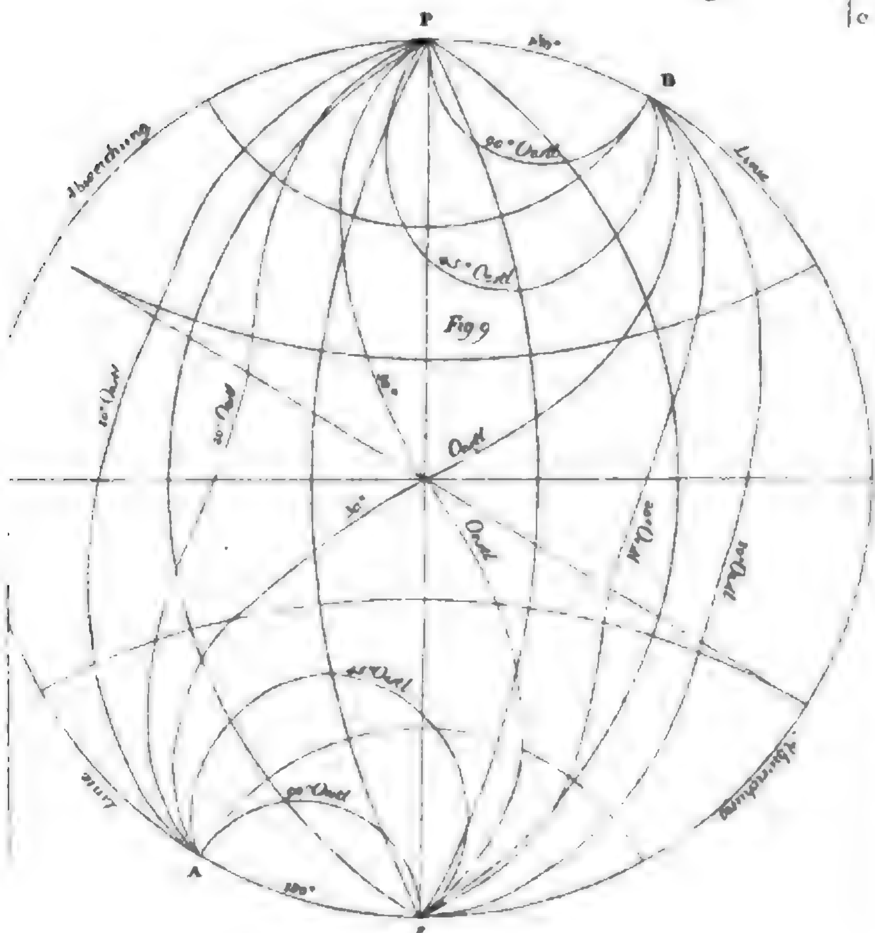


Fig.5
K
O
L
C


P
B
A
Fig.9
90° Oestl
45° Oestl
Oestl
Line
Abweichung
180°

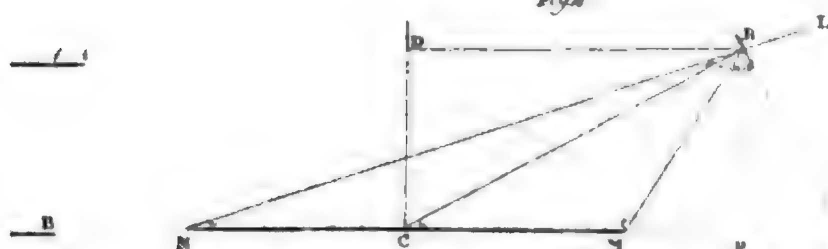


Fig.8
D
B
L
N
C
P
Q

an Uebereinstimmung kann jedoch meines Erachtens eben so wohl den magnetischen Kräften der Erde beygemessen werden, als ihrer geringen Genauigkeit. Aus den Beobachtungen des Capit. *Phipps* (Anhang S. 91) ist zu ersehen, dafs sich die Abweichung mehrere Mal Sprungweise zwischen 12° und 20° an naheliegenden Orten verändert. Die nämliche Unbeständigkeit findet auch Statt bey Cooks Beobachtungen im stillen Meere südwestlich vom Feuerlande. Grade an diesen beiden Orten ist der Winkel D — D′ (siehe Hptst. 8. S. 473) sehr grofs, und nähert sich 180°; eine kleine Veränderung im Kraftverhältnifse der Magnetaxen kann also hier eine bedeutende Wanderung der Nadel erzeugen. Uebrigens ist sichtlich, dafs sich die Abweichung bey Spitzbergen seit dem Anfange des 17ten Jahrhunderts bis auf die Zeit des *Phipps*, d. h. in fast 200 Jahren nicht beträchtlich geändert hat.

30) Bey den meisten Inseln im Südmeere, wo man ältere Beobachtungen hat, z. B. Anamocka, heilige 3 Königs Insel, Morderbay an Neu-Seeland, Pilstart, Tongatabu, Waygiou, sieht man, dafs der Abweichung jährliche Veränderung nur sehr klein ist, nämlich etwa 1 Minute des Jahres.

31) Bey Port du Sud nicht weit von diesem Orte fanden dieselben Beobachter den 7 Febr. 1793 in der Breite 43° 34′½ s, Länge 144° 35′¼ östl. Paris, die Abweichung = 2°52′ö (Hptst. 2 S. 69); die Nadel mufs aber hier durch Oertlichkeiten gestört worden seyn.

32) Anlangend die Abweichung in Manilla drückt sich *Le Gentil* im zweyten Theile seiner Reise S. 825 folgender Mafsen aus: "*Il n'y a point ou presque point de déclinaison dans cette même Ville, car ayant placé la ligne* Nord & Sud *d'une boussole ordinaire, dont l'aiguille avoit près de 6 pouces de longueur, sur la méridienne vérifiée de P. Don Estevan-Roxas y Mélo, j'ai trouvé 1 degré à l'Ouest; mais ayant placé la ligne* Est & Ouest *de la même boussole sur la même méridienne, j'ai trouvé au contraire un demi-degré à l'Est pour la declinaison; ce que j'ai répété plusieurs fois. Ne sachant d'où provient cette différence, si ce n'est que je soupçonnai un défaut dans l'aiguille, j'ai pris un millieu, et j'ai supposé, qu'à Manille l'aiguille aimantée avoit sa direction de 15 minutes à l'Ouest du Monde.*"

33) Die erste Beobachtung ist am Lande, die zweyte am Bord gemacht.

Anmerkungen zur zweyten Tafel.

1. Die genaueren Umstände dieser Beobachtung finden sich in *Gilberts* Ann. der Physik 6 Band, S. 173. Sie stimmen mit denjenigen *Pantons* im nördlichen Theil des rothen Meeres gut überein. *Gilbert* glaubt, durch Vergleichung der Oscillationen der *Nouetschen* Nadel in Alexandrien mit denjenigen der *Humboldtschen* in Paris, das Verhältnifs der magnetischen Intensität an diesen beiden Orten ableiten zu können. Dies wäre aber blofs dann thunlich gewesen, falls *Nouet* angegeben hätte, wie viele Schwingungen seine Nadel in Paris gemacht.

2) Ein Mehreres über diese Beobachtung siehe die 3te Tafel S. 91.

3) Scheinen diese Beobachtungen gleich mit grofser Sorgfalt gemacht, so lassen sie sich doch schwer mit den übrigen verbinden, nach welchen die Neigungskarte construirt ist. Die Neigung in *New-Cambridge* scheint mir eher etwas über 70° seyn zu müssen.

4) In *Gilberts Annalen* B. 27. St. IV. S. 469 wird angeführt: "Im Junius 1787 hatte *Beauchamp* 10 Lieues von *Kasbin* auf dem Wege nach *Ispahan* zu, beym Untergange der Sonne und sehr freien Horizonte, die Abweichung 7° 33′ westlich und die Inclination 56½° gefunden, wobey jedoch ein Fehler von 1° obwalten kann, da der Limbus des Instruments sich verbogen hatte". Diese Neigung *Beauchamps* ist wenigstens 10° zu grofs.

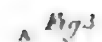
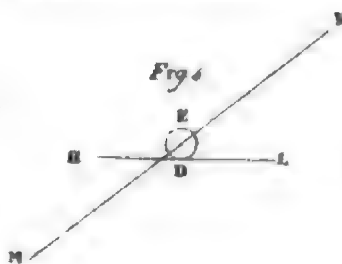


Fig 3

A
C
N
B

Fig 4


N
E
H
D
L
M

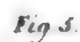
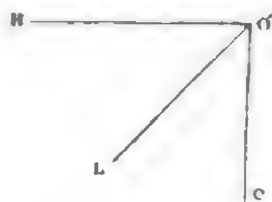
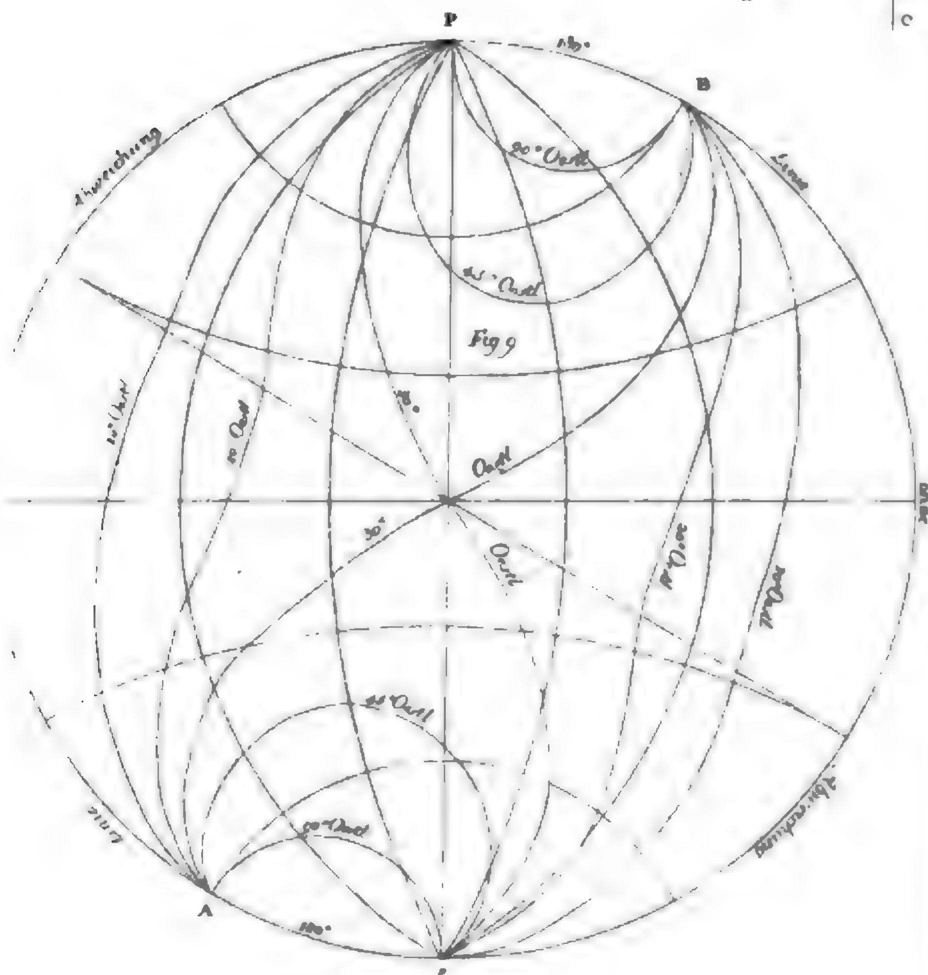
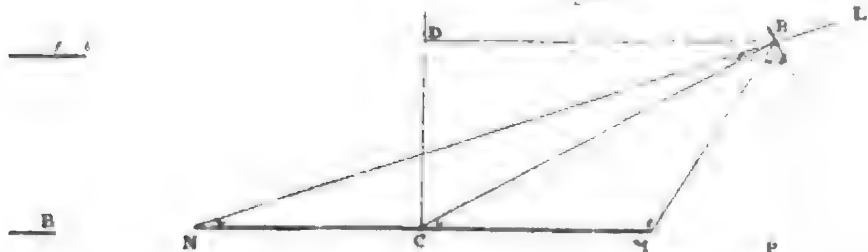
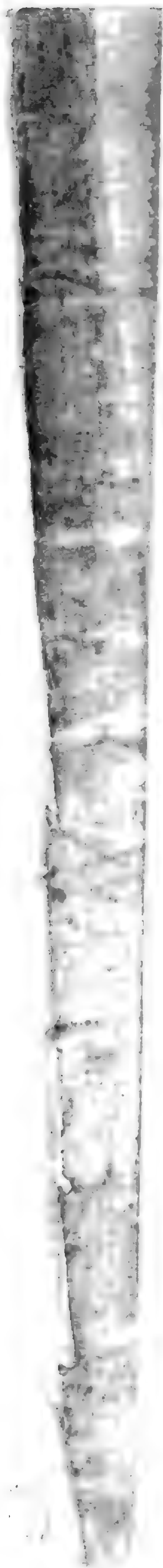


Fig 5


H
G
L
C


P
B
A
p
Abweichung
90° Oestl
45° Oestl
Fig 9
Oestl
45° Oestl
90° Oestl
180°


D
B
L
N
C
Y
P
Q
B



Digitized by Google